

I. BERENZ

ing. W. FRIEDRICH

ing. P. KIRI

A. SZABÓ

MANUALUL CEASORNICARULUI

Vol. II

pentru școli profesionale



EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ
BUCUREȘTI - 1977

Redactor : ing. D. HRINCUI

Tehnoredactor : MIREA ION

Plan ed. 12154. Tiraj 500 +
50 ex. leg. 1/2. Coli de
tipar 22. Apărut 1977.

PARTEA INTII

Ceasornicul de mână și de buzunar

CAPITOLUL I

GENERALITĂȚI

Ceasornicele de mână și de buzunar sînt prin definiție ceasornice portabile, adică ceasornice care trebuie să funcționeze corect în cele mai diferite poziții. Din această cauză regulatorul lor trebuie să fie neapărat insensibil la schimbarea poziției de funcționare, adică să oscileze în jurul propriului centru de greutate. Acest regulator este balansierul, care în vederea menținerii lui în mișcare de oscilație, are nevoie de un moment director (de revenire) furnizat de către un arc spiral. Trebuie însă avut în vedere faptul că pozițiile de funcționare se schimbă foarte des și cu o viteză destul de însemnată, deoarece, spre deosebire de ceasornicul deșteptător, ceasornicele de mână sînt în permanentă mișcare. Este deci necesar ca regulatorul și eșapamentul ceasornicelor de mână și de buzunar să nu fie influențate de forțele exterioare, adică de mișcările purtătorului, respectiv influența acestora să fie neglijabilă. Această independență în funcționarea corectă a ceasornicelor de mână și de buzunar față de factorii externi (mișcările purtătorului) se poate obține numai:

a) dacă balansierul execută o mișcare de oscilație cu amplitudine mare, amplitudinea (elongația maximă) fiind cuprinsă între 180° și 315° . Această amplitudine mare este necesară întrucît un corp care oscilează cu o viteză mare este mai puțin influențat în oscilația lui de anumite perturbații din exterior decît un corp care execută oscilații mici, adică are amplitudine și viteză mică;

b) dacă eșapamentul poate fi adaptat la condițiile care rezultă din a). Pentru formarea unei imagini asupra duratei extrem de reduse în care eșapamentul ceasornicelor portabile efectuează un ciclu complet de lucru care cuprinde ridicarea paletelor de intrare, eliberarea roții eșapa-

mentului (roții ancoră), transmiterea impulsului ancorei și, prin intermediul furcii balansierului, coborîrea paletelor de ieșire în spațiul dintre doi dinți ai roții eșapamentului și în final oprirea roții eșapamentului, se poate face următorul raționament:

Majoritatea ceasornicelor portabile execută 18 000 de oscilații pe oră, fiecare oscilație corespunzând unei bătăi, respectiv transmiterii unui impuls. Aceasta înseamnă că într-o secundă vor avea loc $18\,000 : 3\,600 = 5$ oscilații. Deci timpul pentru o oscilație (din poziția mijlocie în poziția extremă și înapoi în poziția mijlocie) este de $1/5 = 0,2$ s.

Se consideră un ceasornic de calitate bună, adică oscilațiile au o amplitudine mare (de exemplu de 270°) și, pentru simplificare, se presupune că viteza unghiulară este constantă. Dacă se mai admite că balansierul parcurge un unghi de 30° în intervalul de timp în care are loc întregul ciclu de lucru al eșapamentului, interval de timp în care se păstrează o legătură cinematică între eșapament și regulator, rezultă că acest interval de timp t este:

$$t = \frac{1}{540} \cdot 30 \cdot \frac{1}{5} = \frac{1}{90} \text{ s}$$

În realitate acest timp este mai mic, viteza fiind maximă în momentul trecerii balansierului prin poziția mijlocie unde are loc și transmiterea impulsului, iar o dată cu apropierea de poziția extremă scade, fiind chiar zero în momentul întoarcerii.

Ținându-se seamă și de faptul că forțele transmise eșapamentului de către mecanismul de transmisie sînt mici și că acestea trebuie transmise regulatorului sub forma unor impulsuri cu pierderi minime, iar toate acestea se petrec într-un timp foarte scurt, rezultă că aceste mecanisme (eșapamentul și regulatorul) ale ceasornicelor portabile reclamă o serie de condiții de care trebuie să se țină seamă la construcția lor.

Astăzi în construcția ceasornicelor portabile mecanice se folosește aproape exclusiv eșapamentul liber de tip ancoră. Numai la ceasornicele de construcție mai vechi se mai întâlnește și eșapamentul cilindru care face parte din categoria eșapamentelor nelibere. În ultimii ani, în scopul măririi preciziei de funcționare a ceasornicelor de mină, numărul de oscilații pe oră a fost mărit pînă la circa 27 000. Eșapamentul liber de tip ancoră însă nu permite o creștere și mai mare a vitezei de oscilație a regulatorului, respectiv o reducere și mai mare a timpului necesar efectuării ciclului de lucru al eșapamentului. În tendința de obținere a unor ceasornice foarte precise pentru uz general a fost descoperit un nou tip de eșapament numit clinergie care permite și 36 000 oscilații pe oră.

Ceasornicele de mină și de buzunar, ambele fiind ceasornice portabile, nu se diferențiază din punct de vedere principal și constructiv; de aceea ele vor fi tratate împreună. Există doar deosebiri dimensionale. Diferențele de calitate se întîlnesc atît în cadrul ceasornicelor de mină cît și la cele de buzunar. Calitatea unui ceasornic depinde de foarte mulți factori și anume: calitatea arcului, calitatea eșapamentului, calitatea regulatorului de precizie, prelucrarea pieselor componente, calitatea fusurilor și lagărelor. Numărul de pietre (rubine) singur nu poate constitui un criteriu de apreciere a calității.

Mărimea mecanismului, la ceasornicele de buzunar și de mină se indică prin valoarea diametrului la mecanismele rotunde și a lungimii și lățimii la mecanismele dreptunghiulare respectiv ovale. Deoarece Elveția, în producția ceasornicelor de mină și de buzunar, ocupă un loc de frunte, multe denumiri și unitățile privind mărimea mecanismelor au fost preluate pe scară mondială din această țară. Din acest motiv în indicarea mărimei (calibrului) unui mecanism se utilizează „linia” notată cu ””. O linie elvețiană corespunde la 2,256 mm. Astfel un mecanism rotund mic de calibrul $8\frac{1}{4}$ are diametrul de 19,74 mm. Echivalența între linie și milimetri este dată în tabela 1.

Ceasornicul de mină și de buzunar are următoarele părți (mecanisme) funcționale principale:

— mecanismul remonter sau mecanismul de armare;

TABELA 1

Echivalența între „Linie” (””) și milimetri

Linie	Milimetri	Linie	Milimetri	Linie	Milimetri	Linie	Milimetri	Linie	Milimetri
1'''	2,26	6'''	13,53	11'''	24,81	16'''	36,09	21'''	47,37
1/4	2,82	1/4	14,10	1/4	25,35	1/4	36,66	1/4	47,94
1/2	3,38	1/2	14,66	1/2	25,94	1/2	37,22	1/2	48,50
3/4	3,95	3/4	15,23	3/4	26,51	3/4	37,79	3/4	49,07
2'''	4,51	7'''	15,79	12'''	27,07	17'''	38,35	22'''	49,63
1/4	5,08	1/4	16,35	1/4	27,63	1/4	38,91	1/4	50,19
1/2	5,64	1/2	16,92	1/2	28,20	1/2	39,48	1/2	50,76
3/4	6,20	3/4	17,48	3/4	28,76	3/4	40,04	3/4	51,32
3'''	6,77	8'''	18,05	13'''	29,33	18'''	41,04	23'''	51,88
1/4	7,33	1/4	18,61	1/4	29,89	1/4	41,17	1/4	52,45
1/2	7,90	1/2	19,17	1/2	30,45	1/2	41,73	1/2	53,01
3/4	8,46	3/4	19,74	3/4	31,02	3/4	42,30	3/4	53,58
4'''	9,02	9'''	20,30	14'''	31,58	19'''	42,86	24'''	54,14
1/4	9,59	1/4	20,87	1/4	32,15	1/4	43,43	1/4	54,71
1/2	10,15	1/2	21,43	1/2	32,71	1/2	43,99	1/2	55,27
3/4	10,72	3/4	21,99	3/4	33,27	3/4	44,55	3/4	55,83
5'''	11,28	10'''	22,56	15'''	33,84	20'''	45,12	25'''	56,40
1/4	11,84	1/4	23,12	1/4	34,40	1/4	45,68	1/4	56,96
1/2	12,41	1/2	23,69	1/2	34,97	1/2	46,25	1/2	57,53
3/4	12,97	3/4	24,25	3/4	35,53	3/4	46,81	3/4	58,09

- mecanismul motor sau acționat;
- mecanismul de transmisie;
- eșapamentul;
- regulatorul;
- mecanismul indicatoarelor (mecanismul arătătoarelor);
- mecanisme auxiliare sau suplimentare.

Față de ceasornicele mecanice parcurse până în prezent se observă existența unui mecanism nou neîntâlnit la ceasornicele pendul și deșteptătoare și anume mecanismul remontor. Acest mecanism servește la armarea arcului mecanismului motor și în același timp este combinat cu sistemul de reglare (potrivire la timp) a indicatoarelor. La ceasornicele mari (deșteptătoare și pendul) la armare servește o cheie fixată direct pe axul motor printr-un filet sau pe un cap pătrat al axului fie pe partea capului fie pe cea a cadranelui. Manevrarea indicatoarelor se face fie printr-un buton montat pe axul minutar în partea dinspre capac fie direct cu mina. La ceasornicele de buzunar și de mină aceste soluții nu mai sînt aplicabile. Astfel, mecanismul ceasornicelor de buzunar și de mină este montat într-o carcasă de dimensiuni reduse la care capul și geamul trebuie să închidă cât mai ermetic, deci nu poate fi prevăzută cu orificii pentru axele de armare sau reglare. Din mecanism un singur ax străpunge carcasa (lateral) pe care se fixează o coroană remontoare cu ajutorul căreia și al mecanismului remontor din interiorul carcasei trebuie rezolvate atât armarea cât și potrivirea indicatoarelor.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sînt condițiile deosebite impuse ceasornicelor portabile?
2. Care sînt eșapamentele folosite astăzi la ele?
3. Cum se indică mărimea (calibrul) mecanismului?
4. Care sînt mecanismele componente și ce rol au fiecare?

CAPITOLUL II

MECANISMUL REMONTOR

1. Generalități

Ceasornicele de buzunar și de mină se fabrică astăzi numai cu mecanism remontor de tip cu coroană.

Mecanismul remontor este cuplat totdeauna cu mecanismul de reglare a indicatoarelor care este acționat, ca și armarea mecanismului motor,

prin rotirea coroanei remontoare. Mecanismul remontor constituie cuplajul cel mai mic din mecanica fină. La acest mecanism se disting cinci faze de lucru:

- armarea la rotirea înainte;
- cursa de înapoiere în gol la rotirea în sens contrar;
- cuplarea (comutarea) pe poziția de potrivire a indicatoarelor;
- reglarea indicatoarelor în mersul „înainte”;
- reglarea indicatoarelor în mersul „înapoi”.

În componența mecanismul remontor intră mai multe elemente ca: roți dințate, pinioane, pîrghii, arcuri și fusuri. Datorită solicitărilor deosebite de mari toate aceste elemente se execută din oțel și sînt tratate termic (îmbunătățite).

Avantajele mecanismului remontor sînt următoarele:

- armarea ceasornicului se execută cu carcasa închisă;
- armarea se realizează la rotirea coroanei remontoare în sensul „înainte”; mecanismul permite rotirea în gol în sensul „înapoi” și deci degetele nu trebuie ridicate (îndepărtate) de pe coroana remontoare;
- comutarea simplă pe poziția de reglare a indicatoarelor;
- reglarea indicatoarelor prin rotirea în ambele sensuri a coroanei remontoare;
- armarea și reglarea indicatoarelor se execută cu o singură mină prin rotirea coroanei remontoare.

Ceasornicele cu armare automată, la care armarea se execută tocmai datorită mișcărilor executate de purtător, sînt prevăzute și cu mecanism remontor. Acest lucru este necesar pe de o parte pentru a crea posibilitatea reglării indicatoarelor, iar pe de altă parte pentru armarea ceasornicului dacă acesta nu este purtat dar trebuie să funcționeze un timp mai îndelungat.

2. Tipuri constructive

Mecanismul remontor a apărut prima dată în secolul al XVIII-lea într-o formă rudimentară și simplă, cunoscînd în continuare o serie de îmbunătățiri. La perfecționarea mecanismului remontor au contribuit pe rînd Beaumarchis, Ingeld, Breguet și în special Adriene Philippe. În prezent se cunosc aproximativ 300 variante constructive ale mecanismului de armare.

a. **Mecanismul remontor cu buton de apăsare** (fig. 1). Prin apăsarea spre interior (în sensul săgeții) a butonului de apăsare 2, cu unghia degetului, se deplasează pîrghia 1 sprijinită de un arc 6 antrenînd pinionul remontor 4 care alunecă pe o porțiune pătrată a axului remontor 7. În acest fel dantura frontală inferioară a pinionului 4 va intra în angrenare

cu roata de reglare a indicatoarelor 5 care angrenează cu roata schimbătoare. Pinionul remotor fiind montat liber pe o porțiune pătrată a axului, se va roti o dată cu coroana remontoare, indiferent dacă ea se află în poziția superioară sau inferioară.

Roata dințată de transmisie 3 este liberă pe axul remotor astfel încât axul se poate roti independent de ea. Această roată angrenează cu o roată dințată situată într-un plan perpendicular pe planul ei, care la rândul ei se află în angrenare cu roata casetei (montată rigid pe axul motor). În poziția descrisă mai sus, adică pentru reglarea indicatoarelor, roata 3 este în poziție de repaus (nu se rotește). Când butonul 2 nu este apăsat, dantura frontală superioară a pinionului 4, având forma unei danturi înclinate, formează cu dantura frontală a roții de transmisie 3 un cuplaj cu transmiterea mișcării într-un singur sens și anume în sensul armării. Rotindu-se coroana remontoare în sensul armării, roata 3 se va roti datorită cuplajului menționat și se va produce armarea arcului. La rotirea în sens contrar a coroanei remontoare, cuplajul nu mai transmite mișcarea de la pinionul 4 la roata de transmisie 3 și coroana se rotește în gol. În poziția în care butonul de apăsare este împins înspre interior, adică pentru reglarea indicatoarelor, cuplajul este desfăcut. Acest sistem nu este comod și nu se mai utilizează astăzi.

b. Mecanismul remotor cu zăvor (fig. 2). Funcționarea acestui mecanism este identică cu cea a mecanismului remotor descrisă la punctul a, cu deosebirea că pirghia este acționată de data aceasta de zăvorul 1 care



Fig. 1. Mecanismul remotor cu buton de apăsare.



Fig. 2. Mecanismul remotor cu zăvor.

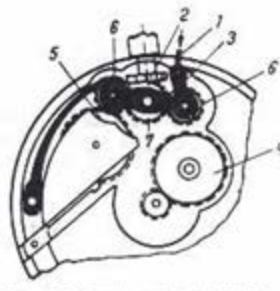


Fig. 3. Mecanismul remotor cu pod basculant și buton de apăsare.

se deplasează la reglarea indicatoarelor în direcția săgeții și se menține în acea poziție.

c. Mecanismul remotor cu pod basculant și buton de apăsare. Acest mecanism este reprezentat în figura 3 și constă din podul oscilant 3 în care sunt montate trei roți dințate. Roata centrală 7 angrenează cu roata de reglare a indicatoarelor 6 și cu roata 6', care transmite mișcarea la mecanismul motor.

După cum butonul de apăsare 1 este apăsat sau nu, prin rotirea coroanei axului remotor mișcarea se va transmite la mecanismul indicatoarelor prin angrenajul 2-7-6-4 (4 este roata schimbătoare) sau la mecanismul motor prin angrenajul 2-7-6'-5. Roata dințată 5, numită roata casetei (roata clichet) este fixată rigid pe axul motor și îndeplinește rolul roții clichet. Clicetului intră în spațiul dintre dinții acestei roți, permițând rotirea în sensul armării și oprind desfășurarea arcului prin rotirea axului motor în sensul contrar armării. Nici acest sistem nu se mai utilizează astăzi.

Toate variantele prezentate până acum au dezavantajele că manevrarea lor nu este comodă, fiind necesară folosirea ambelor mâini pentru reglarea indicatoarelor și că în carcasă sînt practicate două orificii.

Astăzi se folosesc numai mecanismele remontoare la care comutarea de pe poziția de armare la cea de reglare a indicatoarelor se face prin tragerea coroanei axului remotor înspre exterior.

d. Mecanismul remotor cu cuplaj (fig. 4). Principiul acestui mecanism este astăzi cel mai des întâlnit.

Axul remotor 2 (fig. 4, b) este susținut de carcasa ceasornicului și este orientat perpendicular pe axa mecanismului. Pe acest ax se află roata de transmisie 3 cu o dantură cilindrică și o dantură frontală înclinată de

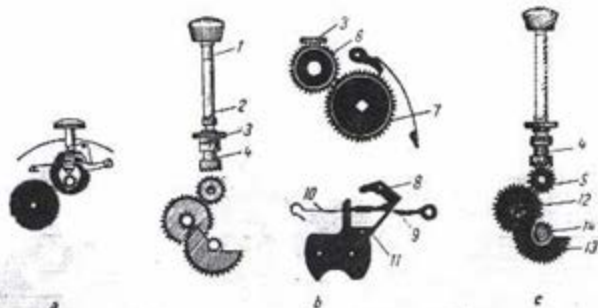


Fig. 4. Mecanismul remotor cu cuplaj:

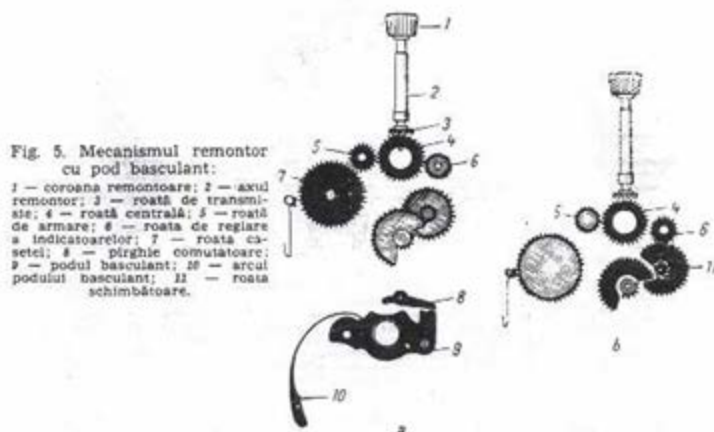
a — în poziția nearmat; b — în poziția de armare; c — în poziția de reglare a indicatoarelor; 1 — coroana remontoare; 2 — axul remotor; 3 — roata de transmisie; 4 — pinionul remotor (sau pinionul alunecător); 5 — roata de reglare a indicatoarelor; 6 — roata intermediară; 7 — roata casetei sau roata clichet; 8 — treia sau pirghia comutatoare; 9 — pirghie; 10 — arcu pirghiei; 11 — podul remotorului; 12 — roata schimbătoare și pinion; 13 — roata orară; 14 — pinion pătrar.

clichet. Această roată are o gaură rotundă și se sprijină pe un umăr în dantura frontală înclinată de clichet — a pinionului alunecător. La partea inferioară acest pinion este prevăzut cu o dantură frontală obișnuită. Acest pinion este calat pe o parte pătratică a axului formînd un ajustaj alunecător. În canalul pinionului intră pirghia 9, care datorită apăsării pirghiei comutatoare la scoaterea coroanei, va realiza angrenarea acestuia cu roata de reglare a indicatoarelor.

Roata de transmisie 3 angrenează cu roata intermediară 6. Aceste două roți sînt dispuse în două plane perpendiculare. Roata intermediară transmite mișcarea la roata casetei 7, care îndeplinește și rolul roții clichet. Pentru comutare servește tireta sau pirghia comutatoare 8. Aceasta se poate roti în jurul unui șurub cu umăr montat în platina ceasornicului numit șurubul tiretei. Un capăt al pirghiei comutatoare intră într-un canal al axului remontor. Celălalt capăt se sprijină pe pirghia 9 și la scoaterea coroanei (fig. 4, c) aduce pinionul alunecător în angrenare cu roata de reglare a indicatoarelor 5. Aceasta transmite mișcarea la roata schimbătoare 12, de unde mișcarea se transmite la pinionul pătrar 14 și roata orară 13.

Denumirea mecanismului provine de la un cuplaj care se formează între roata de transmisie și pinionul alunecător. Acest cuplaj avînd dinți frontali înclinați transmite mișcarea și energia către mecanismul motor în sensul armării și permite mersul, respectiv rotirea în gol a coroanei în sens contrar.

Datorită existenței pirghiei comutatoare numită tiretă, mecanismul mai este denumit și mecanism remontor cu tiretă sau pirghie comutatoare. Mecanismul cu pod basculant posedă de asemenea o pirghie comutatoare însă nu are cuplajul menționat, motiv pentru care se consideră că denumirea mai corectă este cea utilizată în acest manual.



e. **Mecanismul remontor cu pod basculant** (fig. 5). Acest mecanism este mai ușor de realizat, motiv pentru care se folosește și astăzi la ceasornicele de buzunar și de mină de calitate inferioară.

Axul remontor 2 poartă pe o parte pătratică roata de transmisie 3 care angrenează cu roata centrală 4. Axele acestor două roți sînt perpen-

diculare între ele. Podul basculant poate oscila în jurul unui șurub fixat în platina ceasornicului și poartă roțile dințate 4, 5 și 6 care angrenează între ele. Datorită arcului 10 podul basculant va ocupa în mod normal poziția care să realizeze angrenarea între roata de armare și roata casetei. La mecanismul cu cuplaj mersul în gol la rotirea în sens contrar armării a coroanei a fost posibil datorită cuplajului; aici acest lucru se realizează prin sărirea dinților roții de armare 5 peste dinții roții casetei 7.

Comutarea pe poziția de reglare a indicatoarelor se execută în mod asemănător ca la mecanismul cu cuplaj descris anterior, cu deosebirea că aici se produce oscilarea podului basculant la scoaterea coroanei, astfel încît să angreneze roata de reglare a indicatoarelor 6 cu roata schimbătoare 11.

În afara mecanismelor remontoare descrise principal (nu ca variante constructive, deoarece acestea diferă de la o firmă producătoare la alta) mai există așa-numitul mecanism remontor negativ. Acest tip folosit foarte rar în Europa (doar de firma Zenith din Elveția) este mai răspîndit în S.U.A. și are avantajul că mecanismul ceasornicului poate fi scos din carcasă fără să fie necesară scoaterea axului remontor.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sînt fazele de lucru care trebuie îndeplinite de mecanismul remontor?
2. Ce avantaje are mecanismul remontor?
3. Să se descrie funcționarea mecanismului remontor cu buton de apăsare și a celui cu zăvor.
4. Prin ce se caracterizează mecanismul remontor cu pod basculant și buton de apăsare?
5. Cum funcționează mecanismul remontor modern?
6. Ce alte mecanisme remontoare mai cunoașteți? Cum funcționează ele?

CAPITOLUL III

MECANISMUL MOTOR

1. Mecanismul motor cu casetă mobilă

Ceasornicele de buzunar și de mină sînt echipate cu un mecanism motor (acționar) cu casetă mobilă. Arcul motor este montat într-o casetă prevăzută cu capac, caseta nefiind rigid montată pe axul motor ca cea

fixă, ci putându-se roti independent de axul motor. Prin aceasta se obțin următoarele avantaje față de cele ale arcului motor fără casetă înțilnit la anumite ceasornice deșteptătoare:

— arcul destins ocupă un loc mai mic lucru foarte important la ceasornicele de dimensiuni mici;

— se asigură transmiterea momentului motor și în timpul armării ceasornicului cu ajutorul mecanismului remonter.

În figura 6 este reprezentat mecanismul motor cu casetă mobilă. Roata motoare 1 formează un tot unitar (corp comun) cu caseta care se închide cu capacul 2 care, fiind apăsat pe casetă, intră într-o degajare (teșire) a casetei unde rămâne fixat. În interiorul casetei se află arcul motor. Capătul interior al arcului este fixat de gheara 4 a axului motor 3. Capătul exterior al arcului este fixat de peretele casetei folosindu-se formele de agățare reprezentate în figura 7. Axul motor este prevăzut în partea superioară cu o porțiune având o secțiune pătratică. Aici este montată roata casetei 5 (v. fig. 6) și fixată cu șurubul 7.

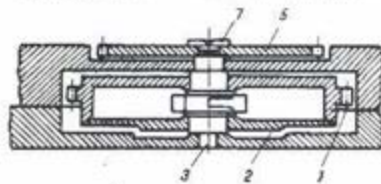


Fig. 6. Mecanismul motor cu casetă mobilă.

Fig. 7. Capete de fixare a arcului.

Roata casetei îndeplinește totodată și rolul roții de clichet. La ceasornicele de buzunar și de mână cu mecanism remonter se renunță de obicei la roata de clichet separată. Clichetul 6 montat pe platină blochează în acest caz roata casetei. Este evident că în acest caz clichetul are o formă potrivită cu forma dinților roții.

La armarea ceasornicului, prin învîrtirea coroanei remontoare roata casetei se va roti în sensul indicat, sens permis de clichetul 6. Axul nu se poate roti în sensul contrar acestui sens, deoarece rotirea roții casetei (respectiv a axului) este împiedicată de clichet. Aceasta înseamnă că după terminarea operației de armare axul motor rămâne imobil, în schimb caseta de care este fixat capătul exterior al arcului se va roti la destinderea arcului în același sens în care s-a rotit arcul motor în timpul armării.

Este de la sine înțeles că în timpul operației de armare ceasornicului nu se va opri, întrucît în acest timp, chiar după prima rotire a coroanei remontoare, asupra casetei va acționa un moment de rotație a arcului. Casetă fiind liberă pe axul motor va transmite acest moment prin dantura ei (ea formează roata motoare) mecanismului de transmisie, respectiv pinionului minutar. Faptul că la acest mecanism motor ceasornicului nu este lipsit de izvorul de energie nici în timpul armării, face ca toate ceasornicele portabile să fie echipate cu casetă mobilă. Transmiterea permanentă a momentului motor constituie o primă condiție pentru obținerea unor ceasornice cu funcționare precisă.

2. Legile casetei

Spațiul disponibil pentru destinderea arcului fiind limitat, este necesar să se stabilească anumite dependențe între lungimea arcului, grosimea arcului, diametrul casetei și diametrul axului motor. Această dependență este determinată și de faptul că numărul de rotații ale casetei, respectiv durata de funcționare a ceasornicului între două armări succesive este funcție de alegerea corectă a dimensiunilor menționate. Pentru a se stabili relațiile de dependență între dimensiunile arcului, casetei și numărul de rotații ale casetei se pornește de la legile casetei stabilite în 1857 de Rosé. Aceste reguli sau legi arată:

a) Numărul maxim de rotații ale casetei la desfășurarea arcului se obține dacă suprafața ocupată de arc în stare armată S_1 este jumătate din suprafața inelară S dintre casetă și axul motor, iar în stare desfășurată suprafața ocupată de arc va fi cealaltă jumătate S_2 (fig. 8).

b) Numărul de rotații ale casetei N este egal cu diferența dintre numărul de spire ale arcului în stare înfășurată W_1 și numărul de spire în stare desfășurată W_2 .

Cele două reguli enunțate pot fi exprimate în următoarele relații matematice:

$$S = S_1 + S_2; \quad S = 2S_1 = 2S_2.$$

Rezultă:

$$D_1 = D_2 \quad (1)$$

$$N = W_1 - W_2 \quad (2)$$

$$S_1 = \frac{\pi D_1^2}{4} - \frac{\pi D_2^2}{4} = \frac{S}{2}$$

in care:
 D_1 este diametrul exterior al arcului in stare infășurată;
 D_2 — diametrul axului motor.
 Deci,

$$S = 2 \left(\frac{\pi D_1^2}{4} - \frac{\pi D_2^2}{4} \right) \quad (3)$$

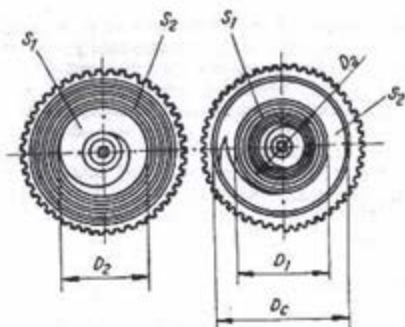


Fig. 8. Caseta.

Pe de altă parte suprafața totală (liberă) S a casetei poate fi exprimată și astfel:

$$S = \frac{\pi D_1^2}{4} - \frac{\pi D_2^2}{4} \quad (4)$$

unde D_c este diametrul interior al casetei.

Egalizându-se relațiile (3) și (4) se obține:

$$\frac{\pi D_1^2}{4} - \frac{\pi D_2^2}{4} = 2 \left(\frac{\pi D_1^2}{4} - \frac{\pi D_2^2}{4} \right) \quad (5)$$

Pentru ca raza de curbura (indoire) a capătului interior să nu fie prea mică față de grosimea arcului s se admite ca:

$$D_2 = 1/3 D_c \quad (6)$$

$$s = 1/80 D_c \text{ pentru ceasornice obișnuite-normale;} \quad (7)$$

$$s = 1/84 D_c \text{ pentru ceasornice bune;}$$

$$s = 1/86 D_c \text{ pentru ceasornice foarte bune.}$$

Înlocuindu-se valoarea lui D_2 din relația (6) în relația (5) se obține:

$$\frac{\pi D_1^2}{4} - \frac{\pi D_c^2}{4} = 2 \left(\frac{\pi D_1^2}{4} - \frac{\pi D_c^2}{4} \right)$$

$$\frac{\pi}{4} \left(D_1^2 - \frac{D_c^2}{9} \right) = 2 \left(D_1^2 - \frac{D_c^2}{9} \right)$$

Prin reducerea cu $\frac{\pi}{4}$ se obține:

$$D_1^2 - \frac{D_c^2}{9} = 2 \left(D_1^2 - \frac{D_c^2}{9} \right); \quad \frac{9D_1^2 - D_c^2}{9} = 2 D_1^2 - \frac{2 D_c^2}{9}$$

$$\frac{8}{9} D_1^2 + \frac{2}{9} D_c^2 = 2 D_1^2$$

$$2 D_1^2 = \frac{10}{9} D_c^2; \quad D_1^2 = \frac{10}{18} D_c^2 \quad (8)$$

$$D_1 = \sqrt{0,555 D_c^2} = 0,746 D_c$$

$$D_1 = 0,746 D_c$$

Notindu-se cu b_2 grosimea inelului ocupat de arc in stare desfășurată se poate scrie:

$$b_2 = \frac{D_c - D_1}{2} \quad (9)$$

Înlocuindu-se valoarea diametrului D_1 dată de relația (8) și făcându-se reducerile se obține:

$$b_2 = \frac{D_c - 0,746 D_c}{2} = \frac{D_c}{2} (1 - 0,746)$$

$$b_2 = \frac{D_c}{2} \cdot 0,254 = 0,127 D_c$$

$$b_2 = 0,127 D_c \quad (10)$$

Pe de altă parte valoarea b_2 poate fi exprimată ca fiind produsul dintre grosimea arcului s și numărul de spire W_2 in stare desfășurată:

$$b_2 = W_2 \cdot s = 0,127 D_c$$

$$W_2 = 0,127 \frac{D_c}{s} \quad (11)$$

Notindu-se cu b_1 grosimea inelului ocupat de arc in stare infășurată se poate scrie următoarea egalitate:

$$b_1 = \frac{D_1 - D_2}{2} = W_1 \cdot s$$

$$W_1 \cdot s = \frac{0,746 D_c - 0,333 D_c}{2} = \frac{D_c}{2} (0,746 - 0,333) = \frac{D_c}{2} \cdot 0,413$$

$$W_1 = 0,206 \frac{D_c}{s} \quad (12)$$

Prin înlocuirea expresiilor (11) și (12) în relația (2) se obține numărul de rotații ale casetei:

$$N = 0,206 \frac{D_c}{s} - 0,127 \frac{D_c}{s}$$

$$N = 0,079 \frac{D_c}{s} \quad (13)$$

Pentru a se determina lungimea arcului, se exprimă suprafața S_t în funcție de diametre, de lungimea teoretică „ l ” și de grosimea „ s ”:

$$S_t = \frac{\pi D_c^2}{4} - \frac{\pi D_c^2}{4}; S_t = s \cdot l$$

$$\frac{\pi}{4} \left(0,555 D_c^2 - \frac{1}{9} D_c^2 \right) = l \cdot s$$

$$\frac{\pi}{4} \left(0,555 D_c^2 - 0,111 D_c^2 \right) = l \cdot s$$

$$\frac{\pi}{4} \cdot 0,444 D_c^2 = l \cdot s$$

$$l = \frac{3,14 \cdot 0,444 D_c^2}{4 \cdot s}$$

$$l = 0,3485 \cdot \frac{D_c^2}{s}$$

$$l = 0,35 \frac{D_c^2}{s}$$

În acest calcul nu s-a ținut seamă de porțiunea terminală a arcului. Din această cauză lungimea reală l_0 va fi mai mare decât cea teoretică calculată. Lungimea porțiunii terminale se consideră egală cu D_c .

$$l_0 = 0,35 \frac{D_c^2}{s} + D_c \quad (14)$$

Momentul dezvoltat de arc este dat de relația:

$$M = \frac{E \cdot h \cdot s^3}{12 l_0} 2 \pi n_0 \quad (15)$$

în care:

E este modulul de elasticitate, în daN/mm^2 ;

h — lățimea arcului, în mm;

s — grosimea arcului, în mm;

l_0 — lungimea arcului, în mm;

n_0 — numărul de rotații produse de arcul complet armat pînă la desfășurarea completă și este dat de relația $n_0 = N + 2,5$. Numărul de rotații ale casetei fiind N se mai adaugă 2,5 deoarece s-a constatat că arcul dacă este liber se desfășoară cu două pînă la trei rotații în plus față de desfășurarea în casetă.

3. Arcul motor

Arcul motor al ceasornicelor de mînă și de buzunar este constituit dintr-o bandă de oțel călită și revenită, avînd o culoare albastră. Dimensiunile arcurilor pentru ceasornicele de mînă și de buzunar sînt următoarele:

— lungimi: 200—600 mm;

— grosimi: 0,05—0,2 mm.

Arcurile sînt montate în casetă și asigură ceasornicul o durată de funcționare după o armare completă de 36—40 h, adică o zi și o rezervă de mers de 12—16 h.

Dacă este scos din casetă, arcul motor poate avea următoarele forme (fig. 9):

— forma spirală (fig. 9, a), toate spirele arcului sînt orientate după o spirală;

— forma semiinversă (fig. 9, b); pe porțiunea A—B capătul exterior al arcului prezintă o curbă inversă, formînd însă un unghi mai mic de 360° ;

— forma S (fig. 9, c); pe porțiunea C—D capătul exterior al arcului prezintă o curbă inversă față de celelalte spire descriind un unghi mai mare de 360° .

Prin pretensionările de la forma semiinversă și forma S se obține o forță mai constantă la desfășurarea arcului. Legea de variație a forței arcului în timpul desfășurării a fost arătată la mecanismul motor al ceasornicelor cu pendul și deșteptătoare.

Din anul 1945 arcurile motoare se fabrică tot mai mult din aliaje speciale, de obicei inoxidabile, și cu limita de elasticitate ridicată. Practic arcurile nu au nici o deformare permanentă și pericolul ruperii este foarte mic. În prezent există multe mărci de arcuri care satisfac pe deplin cerințele industriei; de exemplu: Durapower (1945), Nivaflex (1952), Vimetal—Isorefex (1953) etc.



Fig. 9. Arcuri motoare.

În stare desfășurată spira interioară a arcului care va cuprinde axul motor trebuie să fie situată în centrul casetei, astfel încît prin introducerea axului să nu fie deformată curba terminală. În timpul destinderii, spirele arcului trebuie să fie egal depărtate între ele cel puțin pentru un interval de timp scurt. Dacă aceste condiții nu sînt îndeplinite, arcul se va desfășura excentric și va apare o pierdere de energie mai mare datorită frecării mai accentuate între spire.

În ce privește secțiunea arcului motor aceasta este aproape exclusiv dreptunghiulară cu muchii rotunjiți. Arcurile noi sînt astfel înfășurate încît diametrul exterior al arcului să fie egal cu diametrul interior al casetei și ținute în această stare de un inel de sîrmă.

4. Mecanismul cu clichet

La ceasornicele de buzunar și de mină, avînd în vedere necesitatea economisirii de spațiu, se renunță la mecanismele cu clichet care posedă o roată de clichet cu dantură specifică. La toate ceasornicele cu mecanism remotor funcția roții de clichet este îndeplinită de roata casetei, care transmite mișcarea axului motor în timpul armării și, datorită clichetului, împiedică destinderea arcului prin rotirea axului în sens contrar armării.

Din această cauză acest sistem este aplicabil numai mecanismelor motoare cu casetă mobilă (adică tuturor ceasornicelor portabile) la care energia (mișcarea) este transmisă mecanismului de transmisie de însăși caseta.

Roata casetei este prevăzută cu o dantură obișnuită în ceasornicărie, iar clichetul, fixat pe platina ceasornicului (partea fixă), are o formă

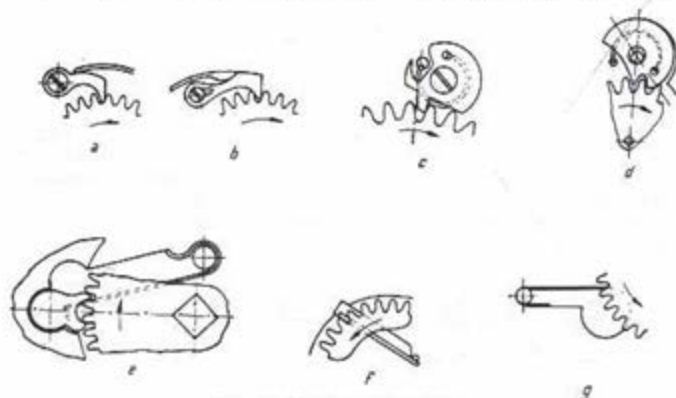


Fig. 10. Mecanisme cu clichet.

specifică permițînd rotirea roții casetei numai în sensul armării și blocînd rotirea ei în sens contrar.

În figura 10 sînt reprezentate diferite mecanisme cu clichet. Figurile 10, a și 10, b reprezintă mecanisme clasice cu clichet, clichetul fiind apăsat între dinții roții casetei de către un arc.

Sistemul din figura 10, c prezintă avantajul că permite roții casetei, respectiv axului motor, o revenire cu un anumit unghi. În acest fel se

evită funcționarea ceasornicului cu axul complet armat unde acesta are o variație foarte mare a momentului motor.

Mecanismele din figurile 10, c, d, e reprezintă soluții aplicate mai recent. La acestea se asigură revenirea roții casetei datorită însăși formei specifice a clichetului.

Soluțiile la care arcul clichet este în același timp și clichet se utilizează numai la ceasornice ieftine (fig. 10, f și g).

În toate aceste figuri s-a indicat sensul de rotație a roții casetei la rîmăre printr-o săgeată.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sînt avantajele mecanismului motor cu casetă mobilă?
2. Enunțați legile casetei!
3. Care sînt relațiile de bază deduse din aceste legi?
4. Din ce materiale se execută arcul motor?
5. Ce forme poate ocupa arcul scos din casetă?
6. Care sînt mecanismele cu clichet folosite la ceasornicele portabile?
7. Ce elemente comune au acestea?

CAPITOLUL IV

MECANISMUL DE TRANSMISIE

1. Generalități

Mecanismul de transmisie este format dintr-o serie de roți dințate și pinioane, purtînd denumiri identice cu cele ale ceasornicului-pendul sau deșteptător, care angrenînd între ele transmit momentul, respectiv mișcarea de la mecanismul motor la eșapament. În același timp mișcarea este transmisă și mecanismului indicatoarelor.

Notațiile folosite pentru diferitele elemente cinematice vor fi următoarele:

- z_a — numărul de dinți ai roții motoare (casetei);
- z_m — numărul de dinți ai pinionului minutar;
- z_m' — numărul de dinți ai roții minutare;
- z_i — numărul de dinți ai pinionului intermediar;
- z_i' — numărul de dinți ai roții intermediare;
- z_s — numărul de dinți ai pinionului secundar;
- z_s' — numărul de dinți ai roții secundare;
- z_e — numărul de dinți ai pinionului roții eșapamentului (roții ancoră);
- z_e' — numărul de dinți ai roții eșapamentului.

Evident roata motoare și pinionul minutar nu fac parte din mecanismul de transmisie. Raportul de transmisie $i_1 = \frac{z_2}{z_1}$ determină durata de funcționare a ceasornicului. Această durată de funcționare mai este influențată de numărul de rotații N ale axului motor la armare. Din mecanismul de transmisie nu face parte nici roata eșapamentului.

Roțile dințate pot fi pline sau cu spițe. Prin decuparea materialului dintre spițe se obține o ușurare a roților.

Pinioanele fac totdeauna corp comun cu axul respectiv (fig. 11). Pe un umăr al pinionului se fixează roata dințată prin sertisare.



Fig. 11. Pinion.

La ceasornicele de mină și de buzunar, din tendința de a se reduce dimensiunile mecanismului, se folosesc module mici pentru elementele dințate. Acest lucru este posibil și datorită forței (momentului) mic a arcului motor.

Modulul maxim se întilnește la mecanismul motor, respectiv la mecanismul remonter. Pe măsura îndepărtării de mecanismul motor înspre eșapament, momentul devine din ce în ce mai mic, viteza de rotație crește și modulul roților devine tot mai mic. Modulele m folosite la ceasornicele portabile variază între 0,07 și 0,3.

2. Scheme cinematice

a. **Mecanismul de transmisie normal.** La unele ceasornice de mină și de buzunar se întilnește schema cinematică normală, studiată și la ceasornicele deșteptătoare. În acest caz axul minutar purtând și pinionul pătrar este situat în centrul ceasornicului. Aceste ceasornice au un indicator secundar mic situat între centrul cadranelui și cifra 6.

b. **Mecanismul de transmisie cu pinion minutar special.** În special la ceasornicele de mină dreptunghiulare pinionul pătrar nu este montat pe primul ax al mecanismului de transmisie și deci nu face parte din mecanismul de transmisie propriu-zis, ci pe un ax minutar lateral (fig. 12).

Avantajul acestei aranjări constă în faptul că roata intermediară 3 nu mai trebuie să fie situată în centrul mecanismului. Acest lucru permite un aranjament mai bun al roților. Pinionul minutar special 7 se montează pe un știft împreună cu roata intermediară specială 6.

Pinionul minutar este antrenat de roata motoare (casetă) având z_1 dinți. Dezavantajul acestei soluții constă în faptul că are un pinion și un ax în plus. Mecanismul indicatoarelor este cel obișnuit.

În figura 13 este reprezentată o altă schemă cinematică cu două roți intermediare. În acest caz pinionul minutar este în angrenare cu dantura casetei de unde primește mișcarea. Pe axul pinionului minutar este montat pinionul pătrar, iar mecanismul indicatoarelor este normal. Pinionul

minutar transmite momentul la roata suplimentară care angrenează cu pinionul roții intermediare I, iar roata intermediară I, transmite mișcarea la pinionul roții intermediare II. Roata intermediară II angrenează cu

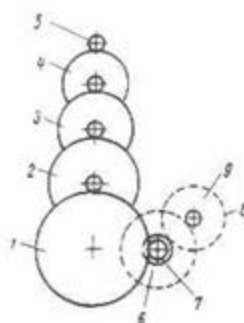


Fig. 12. Schema cinematică cu pinion minutar special:
1 — roata motoare; 2 — roata minutară; 3 — roata intermediară; 4 — roata secundară; 5 — pinion ancoră; 6 — roata intermediară specială; 7 — pinion minutar special; 8 — roata schimbătoare; 9 — pinion schimbător.

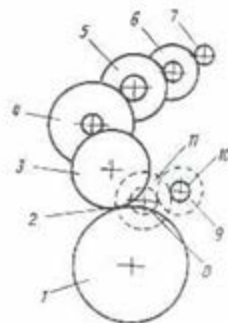


Fig. 13. Schema cinematică cu două roți intermediare:
1 — roata motoare; 2 — pinion minutar; 3 — roata suplimentară; 4 — roata intermediară I; 5 — roata intermediară II; 6 — roata secundară; 7 — pinion ancoră; 8 — pinionul pătrar; 9 — roata schimbătoare; 10 — pinion schimbător; 11 — roata orară.

pinionul roții eșapamentului. De remarcat că numărul de dinți ai roții suplimentare 3 nu intervine în expresia raportului de transmisie. Avantajul acestei soluții constă în faptul că mecanismul este foarte plat (are o grosime redusă) deoarece spre deosebire de schemele analizate pînă acum, aici nici o roată nu se suprapune cu caseta.

c. **Mecanismul de transmisie cu secundar central.** Ceasornicele cu indicator secundar mare, concentric cu indicatorul minutar și orar, se numesc cu secundar central. În acest caz în centrul mecanismului este axul secundar iar pinionul minutar este găurit și se prelungeste ca o țevă concentrică cu axul secundar și poartă indicatorul minutar. Pinionul minutar, găurit, poate să facă parte dintr-un mecanism normal de transmisie sau să fie un pinion minutar special.

Schema cinematică a ceasului cu secundar central cu pinion minutar care face parte din mecanismul de transmisie este reprezentată în figura 14.

În figura 15 este reprezentată schema cinematică a unui ceasornic cu pinion minutar special. În acest caz roata secundară face parte din mecanismul de transmisie. Pinionul minutar este concentric cu axul

secundar și primește mișcarea direct de la roata motoare (caseta). Mecanismul indicatoarelor este cel obișnuit, format din pinionul pătrar, roata și pinionul schimbător și roata orară.

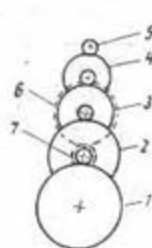


Fig. 14. Schema cinematică a ceasornicului cu secundar central cu pinion minutar:
1 — roată motoare;
2 — roată minutară;
3 — roata secundară;
4 — roata intermediară;
5 — roata secundară;
6 — roata intermediară;
7 — pinion secundar special.

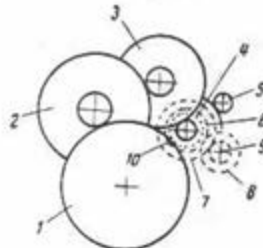


Fig. 15. Schema cinematică cu secundar central:
1 — roată motoare; 2 — roata intermediară I; 3 — roata intermediară II; 4 — roata secundară; 5 — pinion ancoră; 6 — pinion minutar; 7 — pinion pătrar; 8 — roată schimbătoare; 9 — pinion schimbător; 10 — roată secundară.

Pentru a face posibilă reglarea (mutarea) indicatoarelor, subansamblul minutar trebuie să fie prevăzut cu un cuplaj elastic (prin fricțiune); soluțiile folosite în acest scop vor fi prezentate la mecanismul indicatoarelor.

3. Fusuri și lagăre

a. Considerații generale. Alegerea și execuția corectă a lagărului și fusului sînt condiții esențiale, de primă importanță, de care depinde în mare măsură buna funcționare a ceasornicului. Este deci necesar să se cunoască bine scopul și condițiile care se impun acestor elemente și anume:

- lagărul servește la crearea posibilității de realizare a mișcării de rotație;
- lagărul trebuie să împiedice deplasările axiale și radiale ale fusului;

- la realizarea sprijinului în lagăr intervin două elemente: lagărul propriu-zis și fusul. Astfel devin posibile două aranjamente: lagărul este fix și fusul se rotește; fusul este fix și lagărul se rotește;

- la mișcarea fusului sprijinit în lagăre ia naștere o frecare care trebuie menținută în limite cit mai mici. Aceasta impune: o construcție

corectă a lagărului și fusului, respectiv a acelei părți a fusului ce vine în contact cu lagărul numit cep, alegerea judicioasă a materialului, realizarea unor suprafețe de contact cit mai netede;

- valoarea forței ce se transmite și viteza mișcării de rotație, elemente care diferă de la un fus al ceasornicului la altul, trebuie luate în seamă la alegerea tipului de lagăre și a formei cepului;

- printr-o construcție potrivită a lagărului și fusului trebuie să fie împiedicată împrăștierea (scurgerea) lubrifiantului;

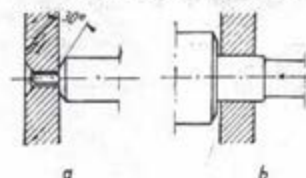


Fig. 16. Tipuri de fusuri.

b. Tipuri de lagăre. În figura 16, a și b sînt reprezentate două moduri de sprijinire a fusurilor în lagăre practicate în platine (schelete) din alamă întîlnite la ceasornicele de mîna și de buzunar.

Cepul fusului poartă denumirea de cep cilindric. Acest cep este lepuit pe suprafața cilindrică, pe porțiunea rotunjită a virfului și pe suprafața frontală (umăr). Lagărele pentru fusuri care străbat platina trebuie prevăzute cu o adîncire mică pentru reținerea uleiului. Aceasta se realizează printr-o degajare la un unghi de 30° față de platina. Forma sferică a degajării reține însă mai bine uleiul față de cea conică. Cepul trebuie să pătrundă cu virful rotunjit în adîncirea pentru ulei pentru a nu produce numai o uzură parțială (pe o anumită grosime) a platinei.

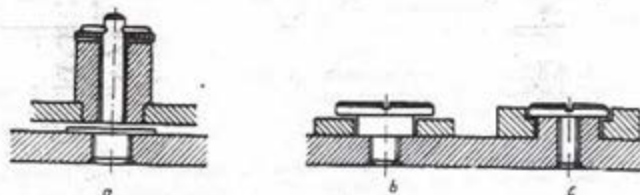


Fig. 17. Fusuri fixe.

La roțile schimbătoare și la pîrghii se întîlnește foarte des situația ca fusul (axul) să fie fix, iar roata sau pîrghia să descrie o mișcare de rotație în jurul fusului (fig. 17).

În figura 17, a se reprezintă fusul roții schimbătoare înșurubat în platina. Împiedicarea deplasării axiale a roții schimbătoare se realizează într-un sens de către umărul din partea inferioară a fusului, iar în celălalt sens de către un element special (rondea, știft etc.) de limitare. La

ceasornicele de mină și de buzunar rolul acestui element de limitare este preluat de alte repere montate deasupra roții schimbătoare.

Soluția din figura 17, b se utilizează la pîrghii care parcurg unghiuri mici. Pieseile ce vin în contact sînt executate din oțel, deoarece la mișcarea de rotație mică descrisă de pîrghie, uzura are un rol secundar, în schimb pot fi admise încălcări mari. Pentru roți în mișcare de rotație se recomandă soluția din figura 17, c. Presiunea radială este preluată de fus care constă în fond dintr-o înălțare a platinei, iar șurubul împiedică doar deplasarea axială.

Dacă poziția axială a fusului este deosebit de importantă se adaptează soluția din figura 18. Acest sistem care permite deplasarea fusului cu ajutorul unui șurub se utilizează în special la angrenaje cu coroană, unde trebuie reglată adîncimea de angrenare.

În anumite cazuri, datorită faptului că forțele sînt atât de mici încît împiedicarea deplasării axiale nu poate fi rezolvată prin aplicarea unui umăr pe fus (care introduce frecări suplimentare), sînt necesare lagăre speciale. Aceasta este în cazul specific al fusului (axului) balansierului la toate ceasornicele portabile.

În figura 19 este reprezentat un astfel de lagăr utilizat la ceasornicele portabile cu echipament cilindru (ceasornice de calitate inferioară).

Cepul axului intră într-un lagăr obișnuit din platină, prevăzut cu o degajare pentru ulei. Pe platină este montată cu un șurub, o plăcuță de oțel cu suprafața foarte fin prelucrată pe care se sprijină virful cepului.

La ceasornicele de calitate mai bună inclusiv la cele de precizie fusul balansierului se sprijină totdeauna în două lagăre formate dintr-o piatră cu gaură și o piatră de acoperire (fig. 20). Între cele două pietre și anume între suprafața plană a pietrei de acoperire și cea bombată a pietrei cu gaură se formează un unghi ascuțit care favorizează păstrarea uleiului în

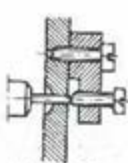


Fig. 18. Lagăr cu reglare axială.

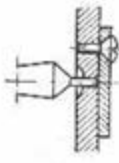


Fig. 19. Lagăr cu plăcuță.



Fig. 20. Lagăr cu piatră.

lagăre. Datorită degajării adînci pentru ulei și muchiilor rotunjite ale găurii ce formează lagărul se asigură suprafețe minime de contact între cep și piatră. Aceasta echivalează cu o reducere la minimum a frecării. Virful (capătul) cepului care se sprijină pe piatră de acoperire este de asemenea rotunjit.

Deoarece cepul fusului roții oscilatoare are un diametru cuprins între 0,08 și 0,12 mm este necesar să fie luate măsuri în vederea măririi

rezistenței lui. Aceasta presupune în primul rînd folosirea unor materiale cu caracteristici mecanice ridicate, aplicarea tratamentului termic de călire și revenire și alegerea unei forme constructive optime.

Forma din figura 20 este cea mai potrivită și se compune dintr-un capăt (virf) rotunjit, o porțiune cilindrică scurtă (ceva mai lungă decît lungimea găurii din piatră cu gaură) care se continuă cu o porțiune sub formă de pîlnie de difuzor. Această formă este optimă și din punctul de vedere al păstrării uleiului în lagăr. Se folosește la ceasornicele de calitate bună, inclusiv cronometre.



Fig. 21. Capăt de ax.

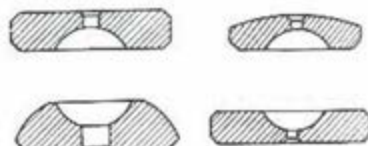


Fig. 22. Pietre pentru montare prin bordurare.

Forma de fus din figura 21 se întîlnește la ceasornicele de calitate medie. Deosebirea față de prima variantă constă în aceea că trecerea de la diametrul cepului la diametrul axului se face mai brusc.

c. **Pietre pentru lagăre și montarea lor.** În industria de ceasornice s-a impus folosirea lagărelor de piatră datorită avantajelor pe care le prezintă și anume: uzura practic neglijabilă (mult mai redusă decît la lagărele metalice), netezimea mare a suprafețelor, frecarea minimă. Astăzi se folosește exclusiv rubinul sintetic pentru lagărele de ceasornic. Rubinul sintetic a înlocuit rubinul natural și granatul în întregime datorită faptului că prezintă o densitate constantă, culoare uniformă și proprietăți bune de lustruire.

În privința montării pietrelor în platine există două posibilități care determină și forma pietrei.

1) **Montarea pietrelor prin bordurare.** În figura 22 sînt reprezentate patru forme de pietre destinate montării prin bordurare. În acest caz piatră se introduce liber în orificiu, sprijinindu-se într-o parte pe un umăr, iar fixarea se realizează prin îndoirea, bordurarea materialului la partea opusă peste piatră (jur împrejur).



Fig. 23. Sistemul de fixare a pietrelor.

Se cunosc trei variante de fixare a pietrelor prin bordurare:

- sistemul elvețian (fig. 23, a);
- sistemul Glasshütte (fig. 23, b);
- sistemul englez (fig. 23, c).

În toate cele trei figuri, reprezentate în secțiune, într-o parte (dreapta) se observă locașul pregătit pentru montarea pietrei, iar în cealaltă jumătate se observă situația după bordurare.

Asupra avantajelor unui sistem față de celălalt și posibilităților și condițiilor impuse la înlocuire se va reveni în partea care se referă la repararea ceasornicilor.

2) Montarea pietrelor prin presare. Pietrele destinate montării prin presare, fixarea datorându-se realizării unui ajustaj cu stringere între piatră și locaș, sînt reprezentate în figura 24. Se poate observa că toate



Fig. 24. Pietre pentru montare prin presare.

aceste pietre au suprafața laterală cilindrică cu o parte rotunjită pentru ușurarea introducerii pietrei în locaș.

Operația de montare se execută cu ajutorul unor prese speciale.

La producția industrială de serie mare se folosesc aparate speciale cu alimentare semiautomată sau automată, cum ar fi de exemplu aparatul „Empiermatic” (fig. 25).

Față de fixarea prin bordurare, fixarea prin presare prezintă avantajul că se realizează mai ușor, este mai puțin costisitoare și jocul axial poate fi reglat prin presarea mai mult sau mai puțin adîncă a pietrei în locaș.

În general se recomandă ca locașul, adică alezajul să fie executat la un diametru cu 0,01—0,02 mm mai mic decît diametrul exterior al pietrei, care în acest ajustaj îndeplinește funcția arborelui. În aceste condiții se obține un ajustaj cu stringere care asigură o fixare corespunzătoare pietrei. La stringeri mai mari există pericolul ca piatra să fie distrusă prin sfărîmarea ei în timpul montării.

4. Elementele danturate

Mecanismul de transmisie este format din elemente dințate care transmit momentul de la un ax la altul. Avînd în vedere necesitatea obținerii unor rapoarte de transmisie mari, se întîlnesc totdeauna angrenaje formate din pinioane (elemente dințate cu un număr mic de dinți, sub 20) și roți dințate care au un număr mare de dinți. La ceasornicele de buzunar și de mină roțile dințate se execută tot din alamă, însă ele sînt acoperite cu un strat protector prin procedee galvanice. Pinioanele se execută din oțeluri speciale pentru automate cu caracteristici mecanice ridicate și din alte aliaje inoxidabile supuse tratamentului termic.

În scopul reducerii pierderilor prin frecare, dinții roților și pinioanelor trebuie să prezinte o calitate a suprafețelor foarte bună. Din acest

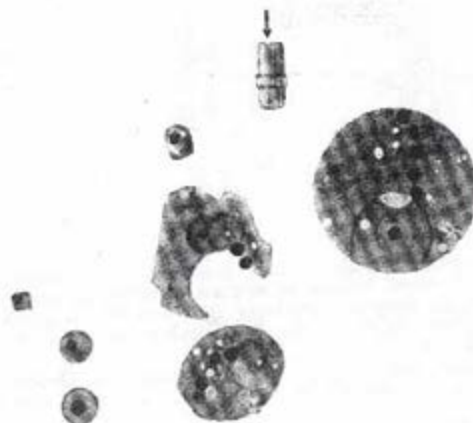
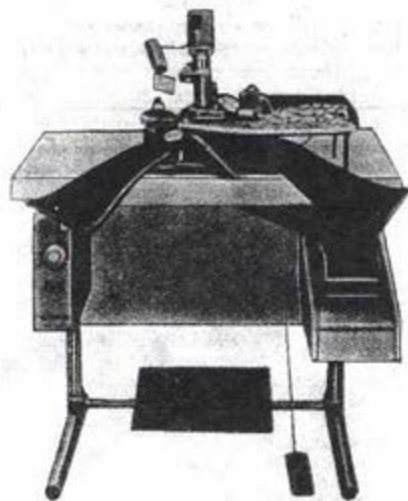


Fig. 25. Aparatul Empiermatic (a) și diferite piese (b).

motiv toate pinioanele după ce au fost supuse tratamentului termic, sînt supuse operației de lustruire a danturii. Această operație se execută cu utilaje speciale cu discuri de lemn și praf de șlefuit (fig. 26).

Pinionul se sprijină pe cepuri, iar discul care are profilul golului dintre dinți va roti pinionul cu un dinte la fiecare rotație.

Cepurile se lepuiesc cu role din carburi metalice, între cep și rolă există o mișcare relativă și o anumită presiune de apăsare.

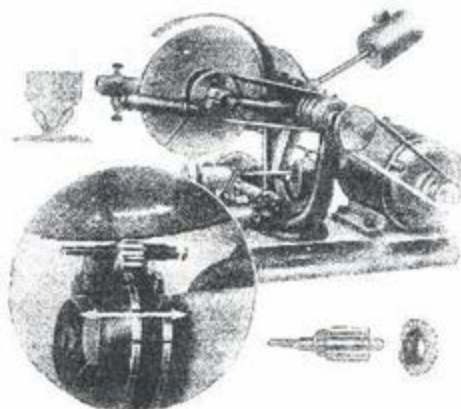


Fig. 26. Mașină de lustruit pinioane.

În privința geometriei danturii sînt valabile cele precizate în volumul pentru anii I și II, calculul roților dințate și pinioanelor, precum și calculul cinematic făcîndu-se cu ajutorul formulelor și tabelelor cuprinse în partea a III-a, capitolul III.

Aplicații

La un ceasornic de buzunar se cunosc următoarele date:

durata de funcționare $\tau = 36$ h; caseta se rotește de $N = 4,5$ ori, numărul de bătăi pe oră (oscilații simple) al balansierului $B = 18\,000$, roata cșapamentului are $z_s = 15$ dinți, iar pinionul ancoră $z'_s = 7$ dinți; pinionul minutar are $z_m = 12$ dinți, iar roata minutară are $z_n = 80$ dinți pinionul intermediar are $z'_i = 10$ dinți, iar pinionul secundar $z'_s = 10$ dinți.

Se precizează că ceasornicul are un arătător secundar.

Se cer celelalte elemente ale ceasornicului.

Rezolvare:

$$i_1 = \frac{N}{\tau} = \frac{z_m}{z_s}; \quad i_1 = \frac{4,5}{36} = \frac{12}{z_s}; \quad z_s = \frac{36 \cdot 12}{4,5} = 96$$

$$i_{3-5} = \frac{n_m}{n_e} = \frac{2 \cdot z_e}{B} = \frac{z'_i \cdot z'_s \cdot z'_e}{z_m \cdot z_i \cdot z_s}$$

$$i_{3-5} = \frac{1}{n_e} = \frac{2 \cdot 15}{18\,000}; \quad i_{3-5} = \frac{1}{600}$$

$$i_{3-4} = \frac{n_m}{n_e} = \frac{z'_i \cdot z'_s}{z_m \cdot z_i}$$

$$i_{3-4} = \frac{1}{80} = \frac{10 \cdot 10}{80 \cdot z_i}; \quad z_i = \frac{60 \cdot 100}{80} = \frac{600}{8} = 75$$

$$i_{3-5} = i_{3-4} \cdot i_{4-5}; \quad i_{3-5} = \frac{1}{80}; \quad i_{4-5} = \frac{1}{600}; \quad i_{4-5} = \frac{60}{600} = \frac{1}{10}$$

$$i_{4-5} = \frac{1}{10} = \frac{z'_s}{z'_i}; \quad z'_i = \frac{10 \cdot 7}{1} = 70$$

$$\text{Perioada oscilațiilor simple } T = \frac{3\,600}{18\,000} = 0,2 \text{ s.}$$

Presupunîndu-se de exemplu că roata minutară are un modul $m = 0,2$ și pinionul are profilul B se pot calcula dimensiunile acestora.

Calculul elementelor roții minutare

$$D_m = m \cdot z_m; \quad D_m = 0,2 \cdot 80 = 16 \text{ mm}$$

$$D_i = D_m - 2a$$

$$2a = f_c \cdot m \quad (f_c \text{ se indică în tabela 13 — vol. I; pentru } i = \frac{10}{80} = \frac{1}{8} \text{ și } z' = 10,$$

$$f_c = 3,03)$$

$$2a = 3,03 \cdot 0,2 = 0,606$$

$$D_e = 16 + 0,606 = 16,606 \text{ mm}$$

$$D_i = D - 2b$$

$$b = 1,57 \cdot m = 1,57 \cdot 0,2 = 0,314$$

$$2b = 0,628$$

$$D_i = 16 - 0,628 = 15,372 \text{ mm}$$

Elementele pinionului intermediar

$$D = m \cdot z'_i; \quad D = 0,2 \cdot 10 = 2 \text{ mm}$$

$$D_e = D + 2a; \quad 2a = 1,34 \cdot m = 1,34 \cdot 0,2 = 0,268 \quad (2a \text{ înălțimea capului roții conjugate})$$

$$D_e = 2 + 0,268 = 2,268 \text{ mm}$$

$$D_i = D - 2a - 2c$$

$$D_i = 2 - 0,606 - 0,16 = 1,244$$

$$(2c = 2 \cdot 0,4 \cdot m = 2 \cdot 0,4 \cdot 0,2 = 0,16 \text{ în care } c \text{ este jocul de fond; } c = 0,4 \text{ mm})$$

Distanța între axa minutară și intermediară va fi:

$$A = m \cdot \frac{z_m + z_i}{2}$$

$$A = 0,2 \cdot \frac{80 + 10}{2}$$

$$A = 0,2 \cdot \frac{90}{2} = 9 \text{ mm.}$$

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sînt elementele componente ale mecanismului de transmisie?
2. Care este schema cinematică normală?
3. Ce scheme cinematice speciale cunoașteți? Cum funcționează acestea?
4. Care sînt condițiile ce se impun unui lagăr?
5. Ce tipuri de lagăre cunoașteți? Descrieți-le!
6. Care sînt formele de pietre folosite la montarea prin bordurare?
7. Cite sisteme de montare a pietrelor prin bordurare se cunosc?
8. Prin ce se caracterizează pietrele destinate montării prin presare?
9. Care sînt formulele de calcul ale raportului de transmisie și ale elementelor geometrice ale pinionelor și roților dîntate.

CAPITOLUL V

EȘAPAMENTUL CEASORNICELOR PORTABILE

A. CLASIFICARE ȘI GENERALITĂȚI

La ceasornicele mecanice portabile s-au impus două tipuri de eșapamente și anume:

- eșapamentul cilindru;
- eșapamentul ancoră.

Eșapamentul cilindru este singurul tip de eșapament imobil care s-a afirmat la ceasornicele portabile. Acest eșapament face parte din grupa eșapamentelor nelibere și a înlocuit alte tipuri de eșapamente nelibere cum ar fi, spre exemplu, și eșapamentul „Duplex”. Datorită posibilităților destul de simple de realizare și comportamentului relativ bun la reparație, eșapamentul cilindru a mai fost utilizat și la ceasornicele mai fine chiar și după ce a început să fie cunoscut și utilizat eșapamentul ancoră.

Eșapamentul cilindru a fost inventat de Thomas Tompion, în anul 1695 și îmbunătățit de către George Graham (1720), autorul eșapamentului imobil pentru ceasornice cu pendul care îi poartă numele.

De fapt între eșapamentul Graham și eșapamentul cilindru există multe asemănări, ele avînd la bază o construcție comună. Cele două palete circulare (cilindrice) ale eșapamentului Graham seamănă întru totul cu cilindrul, cu deosebirea că paletetele cuprind mai mulți pași ai roții eșapamentului pe cînd cilindrul cuprinde doar jumătate de pas.

Fiind un eșapament neliber, legătura cinematică între eșapament și regulator se păstrează și în timpul în care roata oscilatoare parcurge unghiul suplimentar și fiind imobil, roata eșapamentului (roata cilindru) în acest timp rămîne în poziția de repaus.

Eșapamentul liber tip ancoră sau pe scurt eșapamentul ancoră prezintă avantaje importante în privința preciziei de funcționare a ceasornicelor portabile. Din însăși denumirea eșapamentului rezultă că în timpul în care roata oscilatoare parcurge unghiul suplimentar, aceasta nu păstrează nici un fel de legătură cinematică cu eșapamentul adică oscilează liber, iar cuvîntul ancoră indică faptul că în acest timp mecanismul de transmisie este oprit (ancorat) de ancoră și deci nu se transmite momentul către balansier.

Eșapamentul ancoră a fost construit în anul 1754, de către ceasornicarul Thomas Mudge. Particularitatea caracteristică a acestui eșapament constă în prezența unei legături intermediare între roata eșapamentului și roata oscilatoare, datorită căruia fapt transmiterea impulsului de la roata eșapamentului la balansier nu se face direct cum este cazul eșapamentelor nelibere, ci prin intermediul unui element intermediar numit furcă. Datorită existenței furcii s-au putut mări considerabil amplitudinile de oscilație ale roții oscilatoare, permițîndu-i și o oscilație liberă, deoarece furca atinge știftul roții oscilatoare numai în timpul transmiterii impulsului.

Eșapamentul ancoră așa cum a fost propus de Mudge a avut un inconvenient considerabil și anume în timpul în care roata oscilatoare a parcurs arcul suplimentar putea să aibă loc frecarea virfului furcii de rola fixată pe axul balansierului. Această frecare producea deseori neajunsuri calitatilor eșapamentului ancoră. Acest inconvenient a fost înlăturat de către ceasornicarul francez C. A. Lehot care în anul 1825 a adus schimbări în construcția eșapamentului liber ancoră prin care s-a obținut așa-numita „atracție” care are rolul de a asigura furcii una din pozițiile extreme după transmiterea impulsului. Furca este deci obligată să aștepte reîntoarcerea roții oscilatoare într-o anumită poziție care este determinată de însăși construcția eșapamentului, fără să mai fie necesară asigurarea acestei poziții prin contactul dintre virful furcii și rola de pe axul roții oscilatoare. Astfel frecarea nedorită între virful furcii și rola de pe axul balansierului la eșapamentul ancoră construit de Mudge, a fost eliminată.

După această îmbunătățire, eșapamentul liber ancoră s-a dovedit net superior celorlalte eșapamente și a cunoscut o răspîndire foarte largă de care se bucură și în prezent.

B. EȘAPAMENTUL CILINDRU

1. Părți componente

Partile principale ale eșapamentului cilindru sînt cilindrul și roata eșapamentului (roata-cilindru) (fig. 27). Roata eșapamentului 1 are dinții în formă de colți dispuși în alt plan decît spițele și butucul roții. Cilindrul 2 este în fond o țevă de oțel cu dimensiuni foarte mici. Suprafața exterioară și interioară a cilindrului sînt foarte bine prelucrate prin rectificare și lustruire. Acest cilindru este

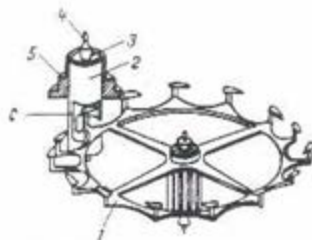


Fig. 27. Eșapamentul cilindru.

sectionat în zona C permițînd intrarea dinților roții eșapamentului în interiorul lui. Capetele cilindrului sînt închise cu tamponanele 3 montate în cilindru printr-un ajustaj cu strîngere. Din aceste tamponane sînt prelucrate capetele 4. Roata oscilatoare se montează pe umărul 5 al bușei montate pe cilindru.

Desigur că cilindrul va purta și butucul arcului spiral. Pentru a se preveni acumularea murdăriilor și pentru a se ușura curățirea, lungimea fiecărui tampon va fi corespunzătoare lungimii nesectionate a cilindrului.

În figura 28, a este reprezentat cilindrul într-o vedere în perspectivă; se poate observa că în partea superioară a sectionării a fost înlăturată o zonă mai mică din peretele cilindrului, pe cînd în partea inferioară s-a îndepărtat o porțiune mult mai mare formîndu-se un pasaj mai larg prin care poate trece obada roții eșapamentului. Prin sectionare se formează două buze 1 și 2 (fig. 28, b) numite buza de intrare, respectiv buza

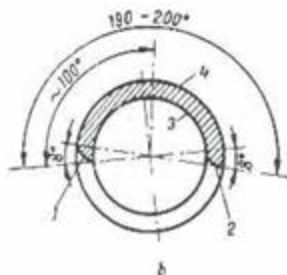
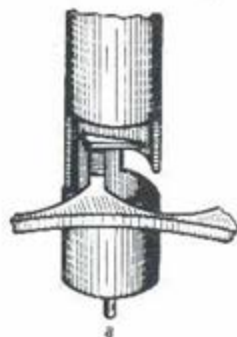


Fig. 28. Cilindrul.

de ieșire. În figură se observă că în dreptul buzilor din peretele cilindrului a mai rămas material pe o porțiune corespunzătoare unui arc de $190-200^\circ$, pe cînd în dreptul sectionării inferioare, practicate pentru trecerea obezii, din peretele cilindrului a rămas doar o porțiune corespunzătoare unui sfert de cerc, adică unui arc de aproximativ $90-100^\circ$. Această zonă este cea mai slăbită și de multe ori cilindrul se rupe în acest loc.

Suprafața interioară 3 și exterioară 4 ale cilindrului constituie suprafețe de repaus sau suprafețe de așezare. Unghiul de cuprindere la eșapamentul cilindru este egal cu 0.5 din pasul roții cilindru. Din această cauză diametrul cilindrului este foarte mic și la dimensiunile obișnuite ale roții cilindru are o valoare de aproximativ 1 mm. Ținîndu-se seama de faptul că prin cilindru se practică acel pasaj, astfel încît partea nesectionată să formeze un unghi central de $90-100^\circ$ este evident cît de puțin solid este cilindrul. Roata eșapamentului are de obicei 15 dinți și se deosebește fundamental de roțile descrise anterior care au dinții dispuși în planul roții (obezi).

Pe obada 1 a roții eșapamentului (fig. 29) sînt așezate perpendicular pe planul roții piciorușele 2 care poartă colții 3. La dintele roții eșapamentului se disting următoarele elemente:

- partea ascuțită 4;
- baza 5;
- suprafața de impuls 6.

Suprafețele dintelui care vin în contact cu cilindrul trebuie să fie la fel de bine polizate și lustruite ca și cilindrul.

Roata eșapamentului trebuie astfel montată încît dinții să ajungă în dreptul buzilor cilindrului, iar obada să fie în dreptul ferestrei cilindrului.

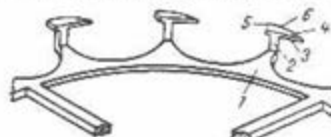


Fig. 29. Roata eșapamentului cilindru.

lui. Obada roții eșapamentului în exterior nu apare ca o roată rotundă ci este prevăzută cu 15 degajări circulare. Piciorușele sînt montate în dreptul porțiunilor unde se întîlnesc două degajări, adică în locul unde obada are dimensiunea maximă. Degajările în obada sînt făcute cu scopul de a permite trecerea cilindrului în rotirea lui pe lîngă obada roții cilindru.

La cașornicele de dimensiuni mici se întîlnesc și roți cu 12 dinți.

2. Funcționarea eșapamentului cilindru

Pentru a se urmări funcționarea eșapamentului se presupune că cilindrul a fost sectionat cu un plan perpendicular pe axa lui în dreptul planului superior al dintelui roții eșapamentului și se reprezintă astfel

poziția relativă a cilindrului față de roata eșapamentului în câteva poziții caracteristice (fig. 30).

În poziția I dintelui roții eșapamentului a trecut de buza de ieșire transmițând cilindrului un impuls în sensul arătat (contrar sensului de rotație a acelor de ceasornic), iar dinte următor va atinge cilindrul pe



Fig. 30. Funcționarea eșapamentului cilindrului.

suprafața exterioară, adică pe suprafața de repaus a buzei de intrare. Roata oscilatoare montată pe cilindru datorită impulsului transmis își continuă oscilația în sensul indicat, parcurgând arcul suplimentar. În acest timp va exista o frecare permanentă între partea ascuțită a dintelui roții cilindrului, care rămâne imobilă și suprafața exterioară a cilindrului.

În poziția a II-a, roata oscilatoare parcurge arcul suplimentar în sensul impulsului transmis și apoi în sens contrar (revine datorită forței elastice a arcului spiral). Pe durata acestei mișcări are loc o frecare permanentă între dinte roții eșapamentului și suprafața exterioară a cilindrului.

În mișcarea lui în sensul orar buza de intrare trece de partea ascuțită a dintelui (poziția a III-a). Roata eșapamentului nemaifiind reținută (oprită) începe să se rotească în sensul momentului transmis (indicat în figură). O dată cu aceasta suprafața de impuls a dintelui alunecă pe suprafața de impuls a buzei de intrare, transmițând un impuls cilindrului (deci și balansierului). După ce buza de intrare trece de suprafața de impuls a dintelui, roata eșapamentului va continua să se rotească, parcurgând unghiul de cădere, absolut liber până când partea ascuțită a dintelui va „cădea”, respectiv va atinge suprafața interioară a cilindrului numită suprafața de repaus a buzei de ieșire. Această situație este reprezentată prin poziția a IV-a.

Poziția a V-a ilustrează mișcarea roții oscilatoare care execută oscilația în sensul impulsului transmis și revine în sens contrar datorită arcului spiral. În acest timp roata eșapamentului stă pe loc iar suprafața de repaus a buzei de ieșire alunecă pe partea ascuțită a dintelui. Cilindrul are posibilitatea de a oscila fiindcă roata eșapamentului are în obada ei acele degajări exterioare circulare menționate.

Cilindrul parcurgând unghiul suplimentar în mișcarea lui de revenire spre poziția mijlocie, va ajunge într-o poziție în care buza de ieșire se

găsește în dreptul părții ascuțite a dintelui (poziția a VI-a). În acest moment are loc eliberarea roții eșapamentului care rotindu-se în sensul indicat va transmite buzei de ieșire un impuls în sens antiorar (poziția a VII-a). După terminarea transmiterii impulsului, roata eșapamentului se va roti cu unghiul de cădere care este parcurs în momentul în care dinte următor va fi oprit de către suprafața de repaus a buzei de intrare. Se observă că în acest fel s-a ajuns într-o poziție identică cu poziția de plecare și deci, în continuare, ciclul de funcționare se repetă, însă pentru dinte următor. Trebuie menționat că în figura 30 este reprezentat același dinte (și nu dinții succesivi ai roții eșapamentului) în diferite poziții.

3. Limitarea amplitudinii de oscilație a cilindrului

La eșapamentul cilindru este neapărat necesar să se prevadă o siguranță, respectiv o limitare a amplitudinii, deoarece în caz contrar s-ar putea ca ceasornicul să fie oprit și scos din funcțiune. Se impune deci în primul rând să se stabilească care sînt factorii care determină limitarea amplitudinii și apoi care este valoarea maximă admisibilă a amplitudinii.

Datorită pasajului practicat în cilindru și forme particulare a dintelui și a obezii roții eșapamentului se reușește să se obțină o amplitudine a balansierului (cilindrului) destul de mare. Se poate obține un unghi maxim parcurs din poziția mijlocie la amplitudine și înapoi în poziția mijlocie de 360° , adică o elongație de 180° .

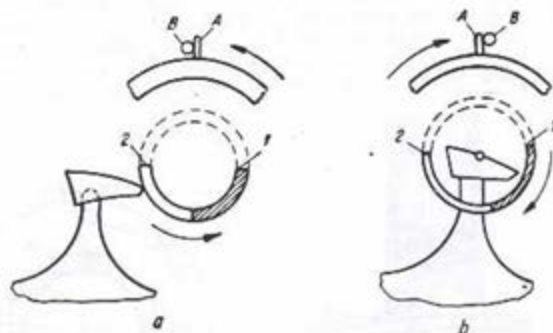


Fig. 31. Limitarea amplitudinii de oscilație.

În figura 31, a se observă mișcarea cilindrului parcurgând unghiul suplimentar în sensul indicat în urma transmiterii impulsului de către un dinte anterior celui reprezentat buzei de ieșire 2. Dacă amplitudinea este prea mare partea ascuțită a dintelui va trece de buza de ieșire im-

piedicind revenirea cilindrului (balansierului) sub acțiunea arcului spiră¹ și ceasornicul rămâne oprit.

În figura 31, b este reprezentată situația în care cilindrul împănă cu roata oscilatoare parcurge unghiul suplimentar datorită impulsului transmis de dintelă din figura buzel de intrare 1. Dacă amplitudinea este prea mare (adică elongația este mai mare de circa 180°) partea ascuțită a dintelui, sub acțiunea momentului transmis, va trece de buza de intrare provocând oprirea cearmucului.

În această figură cilindrul s-a presupus secționat în dreptul pasajului. Din considențele arătate mai sus se impune ca arcul motor să fie astfel dimensionat încât amplitudinea oscilațiilor balansierului să fie cuprinsă între 180 și 240°. Această măsură însă nu este suficientă deoarece, fiind vorba de ecarisaje portabile, în urma unor lovături și jucări, amplitudinea poate să crească substanțial.

Pentru a se preveni depășirea amplitudinii maxime admise se folosește un dispozitiv foarte simplu format din două știfturi. Știftul A presat în roata oscilatoare se va levi (sprîjin) de știftul fix B fixat în partea de susținere a cilindrului dacă amplitudinea ar crește brusc, din cauza unui șoc, peste limita admisă. Știftul B împiedică deci oscilațiile cu o elongație peste 180°. Știftul fix B se execută pe cel posibil elastic pentru a atenua șocul în momentul atingerii cu știftul mobil A.

Amplitudinea de oscilație este mai mare decât cea realizabilă la echipamentul lui Löbner. La această amplitudine inerția roții oscilatoare cu o perioadă de $T = 0,2$ s pentru o oscilație simplă corespunzătoare la 18 000 bătăi/h este suficient de mare pentru a nu fi influențată prea mult de forțele exterioare.

4. Reglarea eşapamentului cilindru

Montarea cilindrului necesită de multe ori și o reglare a adâncimii de pătrundere a dinților roții esapamentului față de bazele cilindrului. Din această cauză chiar la ocazionalele de calitate medie puntea inferioară de susținere a cilindrului este deplasabilă (fig. 32). În acest scop puntea



Fig. 32. Puncta inferioară a cilindrului.

este montată într-o degajare din platina inferioară și poate fi deplasată de-a lungul axei longitudinale a punții prin slăbirea șurubului de fixare. Puntea superioară de susținere a balansierului este fixată de puntea reglabilă inferioară prin știfturi și șuruburi în așa fel încât lagărele pentru cilindru să fie față în față. Astfel la o deplasare a punții inferioare se va deplasa și cea superioară. Dacă puntea reglabilă se deplasează

spire roata eşapamentului distanța dintre axe se micșorează. Roata eşapamentului pătrunde mai adânc în cilindru și repausul (respectiv unghiul suplimentar parcurs de cilindrul după transmiterea impulsului) crește. Invers, adică măririi-se distanța dintre axe, repausul se micșorează. Pentru o reglare corectă a adâncimii de pătrundere, pe roata oscilatoare este marcat un punct iar pe platina sint montate trei puncte (fig. 33). Cele două puncte extreme indică poziția punctului de pe roata oscilatoare în momentul trecerii părții ascuțite a dintelui de baza de intrare, respectiv baza de ieșire. Punctul de pe roata oscilatoare trebuie să fie în dreptul punctului mijlociu dacă jirna care unește bazele cilindrului formează un unghi de 90° cu direcția — axa cilindrului—axa roții eşapamentului.

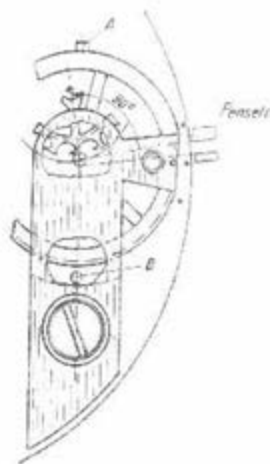


Fig. 33. Poziția relativă între
roata esapamentului, cilindru
și stifturile de limitare

C. ESAPAMENTUL ANCORA

1. Clasificare

Actualmente ceasornicele de buzunar și de mină sint echipate cu esapamente ancoră.

După felul cum se transmite impulsul, eşapamentele ancoră liberă pot fi împărţite în trei grupe:

a) **Eșapamentul englez.** Roata eşapamentului (roata ancoră) are dinții ascuțiți prevăzuți doar cu o mică teștură pentru a se mări durabilitatea virfurilor. La acest eşapament unghiul de impuls este situat pe paletă (fig. 34).

b) **Esapamentul elvețian.** Hosta esapamentului are dinți de o formă specifică numiți și dinți de butuc. În acest caz unghiul de impuls este situat parțial pe dintele roții esapamentului și parțial pe paletă. Acest tip de esapament ancoră a cunoscut cea mai mare răspindire.

c) *Esapamentul cu știfturi*. Dinții roții esapamentului au forma de pană. În locul paletelor se utilizează știfturi iar unghiul de impuls se situează în întregime pe dintele roții. Din această grupă face parte și esapamentul cu paletă ascuțită. Esapamentul ancoră cu știfturi a fost prezentat pe larg la ceasornicele deșteplătoare.

Din punctul de vedere al așezării, esapamentele ancoră libere pot fi împărțite în trei categorii:

a) *Esapamentul cu brațe egale*. Mijlocul planurilor de impuls al paletelor se găsește la distanțe egale de centrul de oscilație al ancorei.

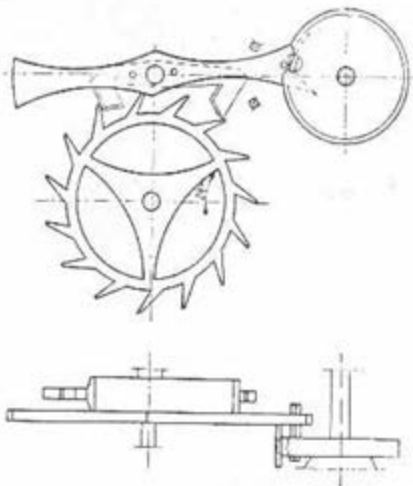


Fig. 34. Esapamentul ancoră englez.

b) *Esapamentul cu brațe inegale*. Suprafațele de repaus al paletelor sunt egal depărtate de centrul de oscilație al ancorei.

c) *Esapamentul cu brațe semieegale (mixte)*. Acesta se situează între primele două variante.

Aceste esapamente au fost reprezentate în volumul pentru anii I și II (fig. 149). În cele ce urmează sunt descrise părțile componente, funcționarea etc. de la esapamentul elvețian.

2. Părți componente

Orice esapament ancoră liber se compune din următoarele părți (fig. 35): roata esapamentului 1; pinionul roții 2; ancora 3 cu paletele 12, montată pe axul 11; furca 4 cu coarnele 6, a cărei mișcare este limitată de știfturile limitatoare 5. Tot de furcă este fixat virful sau cuțitul de

siguranță 7 (lancea). Pe axul balansierului 10 este montată rola de siguranță 8 și rola de impuls 9 care poartă piatra sau știftul de impuls 13. Pe axul balansierului se mai fixează roata oscilatoare și rola arcului spiral care nu au mai fost reprezentate în figură.

a. *Roata esapamentului* (roata ancoră) are de regulă 15 dinți, astfel încât unghiul de divizare este de $\frac{360^\circ}{15} = 24^\circ$. La esapamentul englez roata esapamentului se execută din alamă tare, iar la esapamentul elvețian

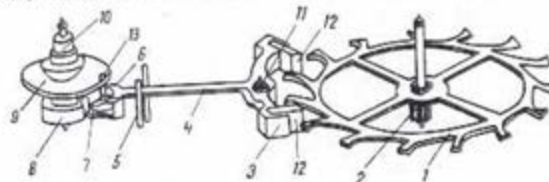


Fig. 35. Esapamentul ancoră.

țian din oțel călit. Se mai întâlnesc și roți ancoră fabricate din aliaje ale nichelului sau aurului. Partea activă a dinților trebuie să fie foarte bine prelucrată.

În figura 36 este reprezentat profilul roții dinților de butuc utilizați la roata regulatorie a esapamentului elvețian. La un dinte se disting următoarele elemente:

- suprafața de impuls 1—2;
- suprafața de repaus 1—3 sau fața dintelui;
- suprafața posterioară 2—4.

Punctul 2 mai poartă denumirea de călciiul dintelui, iar punctul 1 virful dintelui. Dinții ascuțiți seamănă cu cei de la roata esapamentului Graham. Ei însă sunt foarte sensibili fiind ascuțiți. Uleiul de ungere se împrăștie scurgându-se spre obada roții.



Fig. 36. Roată ancoră tip elvețian.



Fig. 37. Ancora cu pietre invizibile.

Dinții de butuc sunt mai puțin sensibili la solicitări mecanice și la uzură. În același timp uleiul se păstrează timp mai îndelungat pe părțile active ale dinților.

b. **Ancora și furca.** Ancora poate fi un element separat de furcă (fig. 37) sau să formeze corp comun cu ea (fig. 38). În primul caz ancora se fixează pe axul ancorei pe care se fixează și furca. Astăzi se întâlnește aproape exclusiv construcția comună. Ancora se fixează pe ax fie prin presare, deci se realizează un ajustaj cu stringere fie prin înșurubare. În figura 39 este reprezentat axul ancorei în cele două variante.

Ancora se execută de obicei din: oțel călit, aliaje ale nichelului sau aurului. Pentru a se reduce frecarea între dinții roții eșapamentului și



Fig. 38. Furca ancoră.



Fig. 39. Axul ancorei.

ancoră, părțile active la ancoră se execută din piatră (rubine) numite palete. Se cunosc și se folosesc două sisteme de montare și fixare a pietrelor în ancoră. Figura 37 reprezintă ancora numită ancoră cu palete acoperite (invizibile), iar figura 38 ancora cu palete vizibile împreună cu furca, așa cum se întâlnește cel mai frecvent. Unghiul de cuprindere a ancorei este de 2,5 pași. Cele două moduri de fixare a paletelor în ancoră nu influențează cu nimic funcționarea eșapamentului, deoarece părțile active ale paletelor în ambele cazuri pot fi la fel.

La ancora cu palete vizibile reglarea și potrivirea eșapamentului se poate realiza mai ușor, pe cînd la cea cu palete invizibile această operație se execută mai anevoios. În schimb varianta acoperită asigură o protecție mai sigură a paletelor. În ambele cazuri paletele se fixează prin lipire cu șelac. La ancora cu palete invizibile acestea se introduc lateral.

Furca, la toate ceasornicele de calitate mai bună, formează corp comun cu ancora și se numește furca-ancora. Poziția furcii față de ancoră poate fi și alta decît cea arătată în figura 38, adică să nu fie pe direcția perpendiculară pe cele două brațe ale ancorei. Aceasta depinde exclusiv de poziția reciprocă a axei roții eșapamentului, a axei ancorei și a axei balansierului. La ceasornice mai vechi ancora și furca se înșurubează pe axul ancorei și sînt poziționate cu ajutorul unui știft care trece prin ele. Ancora împreună cu furca au rolul de a transmite impulsul de la roata eșapamentului la regulator.

Capătul furcii este prevăzut cu o creștătură în care intră paleta de impuls. În stînga și în dreapta acestei creștături furca are câte un corn. Rolul cornurilor constă în aceea că ele cuprind palete de impuls și astfel furca ancoră se menține într-o poziție corectă și anume cu puțin înaintea fenomenului de eliberare, cînd virful de siguranță a intrat deja în degajarea rolei de siguranță și nu mai asigură furcii o poziție bine determinată.

În figura 40 sînt reprezentate cîteva soluții pentru virful de siguranță și fixarea lui în furcă.

c. **Roia de impuls, paleta de impuls și rola de siguranță.** Roia de impuls este fixată pe axul balansierului prin ajustaj cu stringere. Ea servește la susținerea paletelor de impuls care este elementul ce preia impulsul de la furcă. Această paletă este introdusă într-un orificiu de formă

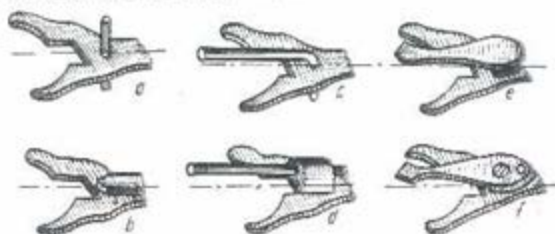


Fig. 40. Virful de siguranță.

adevătată practică: în rolă și este fixată cu lac. Paleta de impuls se execută din rubin artificial sau safir. Ea mai este numită și astăzi în mod impropriu elipsă. Această denumire provine de la forma secțiunii paletelor care în trecut avea forma eliptică. De fapt paleta de impuls poate avea următoarele secțiuni: eliptică (fig. 41, a), semicirculară (cu o aplatizare de 1/3 D) (fig. 41, b) și triunghiulară (fig. 41, c și d). Paleta semicirculară prezintă avantajul unei rezistențe mărite. Forma eliptică se întâlnește la ceasornicele de calitate inferioară și ieftine, iar forma triunghiulară la ceasornicele de precizie.

În figura 42 este reprezentată rola de impuls care îndeplinește și funcția rolei sau platoului de siguranță. Acest lucru este posibil dacă rola de siguranță are un diametru mai mare. O rolă de siguranță mare se întâlnește la ceasornicele cu eșapament englez sau la cele ieftine cu eșapament elvețian. La roțile de siguranță mari furca va avea forma din figurile 40, a și b.

Dacă rola de siguranță are un diametru mic (cazul ceasornicelor de calitate superioară) ea nu poate servi și ca rolă de impuls. În acest caz altă rolă de impuls cît și rola de siguranță formează corp comun — rolă de impuls dublă (fig. 43).

Furca va avea virful de siguranță de forma reprezentată în figurile 40, c, d, e, f, dacă pe balansier este montată o rolă dublă.

La ceasornicele de precizie Glasshütte paleta de impuls este fixată într-una din spițele roții oscilatoare. În acest caz pe axul balansierului se va monta doar o rolă de siguranță simplă (fig. 44).

Rola de siguranță este prevăzută pe suprafața exterioară cu o degajare de forma arătată în figurile respective.

Rola de impuls nu are totdeauna forma rotundă. Formele din figura 45 prezintă avantajul că greutatea rolei de impuls se reduce considerabil. Forma din figura 45, c prezintă însă dezavantajul că nu este echilibrată.

Roata de siguranță împreună cu virful de siguranță au rolul de a asigura o anumită poziție furcii ancoră în perioada de timp în care balansierul parcurge unghiul suplimentar astfel încât furca să nu-și poată schimba poziția sub acțiunea unor șocuri, lovituri sau zdruncinături.

Suprafețele active ale tuturor elementelor descrise până acum trebuie să aibă o execuție deosebit de fină având în vedere că forțele ce se

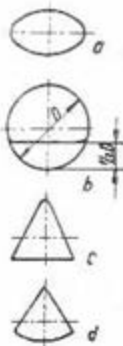


Fig. 41. Paleta de impuls.



Fig. 42. Rolă de impuls și de siguranță.



Fig. 43. Rolă de impuls dublă.



Fig. 44. Rolă de siguranță simplă.

transmit aici sunt foarte reduse și orice frecare mărită poate provoca un mers incorect sau chiar oprirea ceasornicului. Aceasta constituie și motivarea pentru executarea paletelor ancorei și paletelor de impuls din rubin sau safir care au o suprafață deosebit de fină și în același timp o rezistență foarte ridicată la uzură.

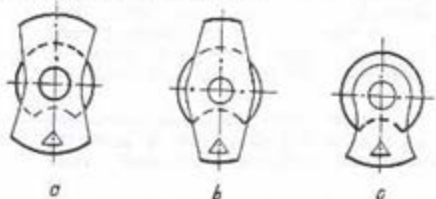


Fig. 45. Tipuri de role de impuls:
a, b — echilibrate; c — neechilibrate.

d. Știfturile de limitare. Pentru a se putea regla precis mișcarea de oscilație a ancorei se limitează oscilația furcii cu ajutorul a două știfturi limitatoare montate în platină. De obicei aceste știfturi sunt montate la o distanță de circa $2/3$ din lungimea furcii de la axa ancorei. Același efect de limitare a oscilațiilor furcii (respectiv ancorei) se obține prin degajări în platină formându-se muchii care îndeplinesc rolul știfturilor. La ceasornice Glasshütte limitarea nu se face la furcă ci la ancoră și anume de brațul de intrare al ancorei este fixat un știft care intră într-o gaură din platină. Prin alegerea corectă a poziției și a dimensiunii găurii se obține o limitare corectă. O altă soluție pentru limitarea mișcării de

oscilație a furcii ancorei constă în următoarele: în platină se înșurubează două șuruburi care au în față câte un cep excentric. În acest fel se obține posibilitatea reglării precise a oscilațiilor ancorei.

3. Funcționarea eșapamentului ancore

În figura 46 sunt arătate șase poziții succesive de funcționare a eșapamentului ancore liber de tip elvețian.

Poziția I reprezintă ancora în clipa în care dinte 1 al roții eșapamentului se sprijină pe suprafața de repaus a paletelor de intrare, iar furca este presată înspre știftul limitator din stânga. Balansierul (roata oscilatoare care nu s-a reprezentat în figură) revine înspre poziția mijlocie sub acțiunea arcului spiral parcurgând unghiul suplimentar.

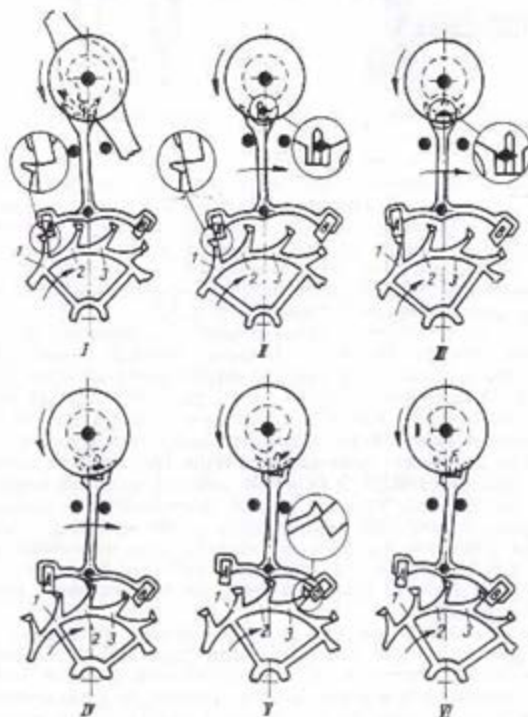


Fig. 46. Funcționarea eșapamentului ancore.

De remarcat: că balansierul va ajunge în poziția de echilibru dacă paleta de impuls va fi situată pe linia care unește axa ancorei și axa balansierului. Între virful de siguranță și rola de siguranță trebuie să existe o anumită distanță (un anumit joc) astfel încât în timpul în care balansierul parcurge unghiul suplimentar virful de siguranță să nu se frece de rola de siguranță. În acest timp ancora și roata ancoră stau nemiscate în repaus.

Se menționează că față de alte echipamente, echipamentul ancoră are drept suprafețe de repaus suprafețe plane. Prin alegerea corectă a unghiurilor paletei și dintelui roții echipamentului se obține o forță care este astfel orientată încât paleta în contact pe suprafața de repaus cu dintelul roții echipamentului să fie trasă spre centrul acestei roți. Acest fenomen poartă denumirea de „atractive”. Toamna această atracție asigură poziția ancorei, lipită de știfturile limitatoare, iar prin aceasta se evită posibilitatea atingerii virfului de siguranță de rola de siguranță. Din cele prezentate rezultă că roata oscilatoare parcurge unghiul suplimentar absolut liber neavând nici o legătură cu furca-ancora și roata echipamentului care sînt în repaus. Nelipirea furcii de știfturile limitatoare ar fi echivalentă cu contactul dintre virful de siguranță și rola de siguranță. Ori aceasta ar determina frecarea între aceste elemente, deci oscilațiile balansierului ar deveni nelibere, diminuând calitatea echipamentului ancoră. Iată de ce unghiul de atracție, respectiv fenomenul de atracție, are o însemnătate atât de mare la acest echipament.

Dacă asupra ceasornicului, respectiv asupra pieselor și în special asupra furcii, acționează forțe cu caracter ocazional, de scurtă durată (lovituri, șocuri etc.) este posibilă deplasarea furcii de pe știftul limitator însă numai pînă cînd virful de siguranță va atinge rola de siguranță. În clipa în care acțiunea acestor forțe încetează, furca, datorită atracției, ajunge în poziția sa inițială (adică se lipește de știftul limitator) și virful de siguranță se îndepărtează de rola. Astfel virful de siguranță exclude posibilitatea unei deplasări a furcii de la un știft limitator la celălalt în timpul în care roata oscilatoare parcurge unghiul suplimentar, sub acțiunea unei lovituri ocazionale. Dacă această posibilitate nu ar fi exclusă ceasornicul ar fi expus să se oprească deoarece paleta de impuls la revenire nu ar mai putea intra în creștătura furcii, ci ar rămîne în afara acesteia, echipamentul rămînînd blocat.

Poziția a II-a reprezintă momentul în care roata oscilatoare a parcurse unghiul suplimentar și paleta de impuls a ajuns să atingă partea dreaptă a creștăturii furcii. Întrucît în momentul atingerii, roata oscilatoare are o viteză relativ mare, în timp ce furca este imobilă, se va produce o izbire (lovire) a paletei de impuls de peretele drept al creștăturii furcii. Ca rezultat al acestei lovituri furca se va îndepărta de știftul limitator din stînga. Odată cu deplasarea furcii de la știftul limitator din stînga suprafața de repaus a paletei A alunecînd pe suprafața de repaus a dintelui I, va obliga roata echipamentului să se rotească cu un unghi mic în sens contrar momentului transmis, pînă cînd suprafața de impuls a paletei ajunge în dreptul celei de pe dinte.

Poziția a III-a indică momentul în care roata oscilatoare, rotîndu-se spre dreapta (datorită inerției), va primi un impuls în același sens dato-

rită trecerii dintelui I pe sub suprafața de impuls a paletei de intrare A. Transmiterea impulsului se explică în felul următor: roata oscilatoare a pierdut din viteză producînd eliberarea roții echipamentului, iar în momentul alunecării paletei de intrare pe suprafața de impuls a dintelui I furca I se imprimă o viteză mai mare decît cea a roții oscilatoare. Astfel furca va lovi cu partea stîngă a scobiturii paleta de impuls.

Poziția a IV-a prezintă situația în care dintelul I, după ce a terminat parcurgerea suprafeței de impuls a paletei A o părăsește, iar dintelul 3 este gata să cadă pe paleta de ieșire B. Cînd aceasta se termină transmiterea impulsului către balansier. Furca în această poziție se va afla la o distanță de știftul limitator din stînga corespunzătoare unghiului de cădere pe care-l parcurge roata echipamentului. Unghiul pe care-l parcurge roata echipamentului din clipa terminării transmiterii impulsului pînă la atingerea celeilalte palete pe suprafața de repaus de către un alt dinte, necesar din motive de siguranță, se numește *unghi de cădere*.

Este evident: un drum mort, care nu produce transmiterea impulsului, dar dacă se presupune că dintelul 3 ar cădea, respectiv ar atinge paleta de ieșire, înainte ca dintelul I să fi trecut de paleta de intrare, ceasornicul s-ar opri. Această oprire ar putea fi produsă de o mică imprecizie în execuție. Este deci absolut necesar să se prevadă această siguranță. Unghiul pe care îl parcurge furca-ancora după ce dintelul 3 trece de suprafața de impuls a paletei de intrare pînă cînd va atinge știftul limitator din dreapta, se numește *unghi mori* sau *unghiul drumului pierdut*.

În poziția a V-a este arătat momentul în care dintelul 3 a atins suprafața de repaus a paletei de ieșire B, iar paleta de impuls a părăsit creștătura furcii. Furca însă nu a atins știftul limitator din dreapta, deoarece abia din acest moment începe să se manifeste fenomenul de atracție.

În poziția a VI-a este reprezentată situația în care dintelul 3 a atras furca către știftul limitator din dreapta. Roata oscilatoare oscilează liber parcurgînd unghiul suplimentar. După atingerea amplitudinii maxime roata oscilatoare revine sub acțiunea arcului spiral. Toate etapele (pozițiile) de funcționare se vor repeta pentru paleta de ieșire B.

4. Mărimi caracteristice ale echipamentului ancoră liber

Echipamentul ancoră liber are față de alte echipamente un singur element în plus și anume furca, adică elementul care transmite forța de la ancora la balansier. Totuși prin această cinematică echipamentul se complică destul de mult. Din această cauză acțiunea reciprocă a elementelor care formează echipamentul este destul de sensibilă la schimbarea dimensiunilor sau unghiurilor.

Unghi de repaus este unghiul cu care se rotește ancora în jurul axului din poziția de repaus pînă cînd paleta ajunge cu muchia D în dreptul virfului B al dintelui roții echipamentului (unghiul $\alpha = DOB$ (fig. 47, a).

Unghiul de cădere conform celor arătate mai sus este unghiul parcurse de roata echipamentului din momentul în care un dinte părăsește

suprafața de impuls a unei paletă pînă cînd altul cade pe suprafața de repaus a celeilalte paletă. Acest unghi β are valoarea de $1^\circ 30'$ și trebuie să fie egal pentru ambele paletă (fig. 48).

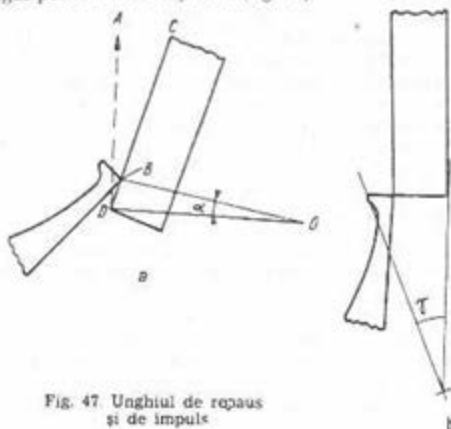


Fig. 47. Unghiul de repaus și de impuls

Unghiul de impuls este unghiul parcurs de roata ancoră în timpul în care se transmite impulsul. Acest unghi γ (fig. 47, b) de $8^\circ 30'$ este repartizat în felul următor: $6^\circ 30'$ pe paletă și 2° pe dinte de roți eşapamentului.

Între grosimea dintelui și a paletă se respectă proporția de 1:2. La aceste grosimi corespunde un unghi central la centrul roții ancoră de $3^\circ 30'$ pentru dinte și 7° pentru paletă, ceea ce formează un unghi activ de $10^\circ 30'$.

Între lungimea activă a furcii și distanța dintre centrul axei balansierului și paleta de impuls există un raport de 3:1. Aceasta înseamnă că în timpul în care ancora parcurge unghiul activ de circa 10° , balansierul va parcurge un unghi de circa 30° . La ceasornicele mai mici unghiul activ al balansierului poate atinge maximum $42^\circ 30'$. Desigur, în acest caz furca este relativ mai scurtă.

Trebuie remarcat deci că balansierul în oscilația sa păstrează legătura cinematică doar pe un unghi de 30° , pe cînd unghiul total parcurs după un impuls este de $180-540^\circ$ (din poziția mijlocie în poziția extremă și înapoi).

În figura 49 se indică unghiul de atracție. Linia BO unește vârful dintelui roții B (respectiv punctul de contact dintre dinte și paletă) cu centrul O al ancorei. În punctul B se ridică o perpendiculară AB pe dreapta OB. Această dreaptă împreună cu direcția suprafeței de repaus BC formează unghiul de atracție δ . Tocmai existența acestui unghi determină descompunerea forței în așa fel încît să existe o componentă care trage ancora înspre centrul roții ancoră. Acest unghi are o valoare

de circa 12° . Forța și unghiul de atracție asigură poziția furcii lipită de știftul limitator în perioada în care roata oscilatoare parcurge unghiul suplimentar.

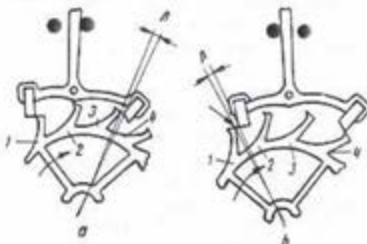


Fig. 48. Unghiul de cădere:
a — la paleta de ieșire; b — la paleta de intrare.

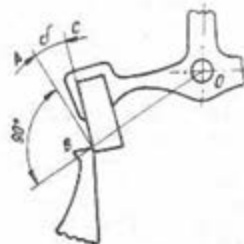


Fig. 49. Unghiul de atracție.

Prin noțiunea de eliberare se înțelege procesul prin care paleta ancorei este scoasă de sub dinte de roți eşapamentului. Momentul care trebuie aplicat furcii ancorei pentru învingerea atracției și eliberarea ei se numește *moment de eliberare* și este furnizat de către balansier în mișcarea lui de revenire, spre poziția mijlocie.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sînt eşapamentele utilizate la ceasornice portabile?
2. Prin ce se caracterizează acestea?
3. Care sînt părțile componente ale eşapamentului cilindru?
4. Descrieți și schițați cilindrul și roata eşapamentului.
5. Descrieți funcționarea eşapamentului cilindru.
6. De ce și la cît trebuie limitată amplitudinea de oscilație a roții oscilatoare la acest eşapament?
7. Cum se face această limitare?
8. Care sînt dezavantajele acestui eşapament?
9. Cum se reglează eşapamentul cilindru?
10. Cum se clasifică eşapamentele libere ancoră?
11. Care sînt elementele de bază care alcătuiesc acest eşapament?
12. De cite feluri pot fi roțile eşapamentului? Cum arată dinte la acestea (schițați-le) și ce elemente se disting la ele?
13. Dar ancora de cite feluri poate fi? Faceți comparație între ele?
14. Cum se transmite impulsul de la roata eşapamentului la balansier?
15. Ce dispozitive de siguranță există la eşapamentul ancoră?
16. Descrieți paleta de impuls, rola de impuls și de siguranță?
17. Care este rolul atracției? De ce există știfturi limitatoare?
18. Descrieți funcționarea eşapamentului ancoră.
19. Ce mărimi caracteristice cunoașteți la eşapamentul ancoră? Definiți-le.

BALANSIERUL

1. Generalități

Elementul, respectiv organul care realizează în fond măsurarea timpului la ceasornicele portabile este balansierul (regulatorul).

În componența balansierului intră două părți funcționale deosebite:

- roata oscilatoare;
- arc spiral.

În figura 50, a este reprezentat axul balansierului. Roata se montează pe acest ax prin presare, urmată de o sertisare direct pe un umăr al axului.

Capătul interior al arcului spiral este fixat de o rolă care se montează tot printr-un ajustaj cu stringere, astfel încât să poată fi rotită pe axul balansierului. După cum s-a văzut la cap. V C, pe acest ax se mai montează de obicei o rolă dublă (compusă din rola de impuls și rola de siguranță).

În figura 50, b este reprezentată o altă formă a axului balansierului, la care lipsește umărul pentru sertisarea roții oscilatoare.

Capătul exterior al arcului spiral se va fixa de o parte fixă a mecanismului. Axul balansierului se sprijină în lagăre cu piatră cu gaură și piatră de acoperire, sau în anumite construcții speciale.



Fig. 50. Axul balansierului.

Pentru a se urmări modul de funcționare a regulatorului cu roată oscilatoare și arc spiral se ia un mecanism cu roata oscilatoare montată, însă fără eșapament și dacă balansierul se găsește în poziție mijlocie (de repaus) se rotește roata oscilatoare cu un unghi de circa 90° . Prin aceasta arc spiral care nu a fost tensionat, ajunge într-o stare tensionată, și înmagazinează o anumită energie potențială, fiind deformat. Eliberându-se roata oscilatoare, sub acțiunea forței arcului, el se va pune în mișcare în sensul revenirii la poziția mijlocie, adică energia potențială se transformă în energie cinetică. În timpul acestei mișcări roata oscilatoare, respectiv masa ei acumulează o anumită

energie cinetică. Datorită inerției, roata oscilatoare, în timpul oscilării, va trece dincolo de poziția mijlocie până când inerția sa va fi compensată de forța elastică a arcului. În acest moment a atins elongația maximă unde dispune din nou de o energie potențială care se va transforma în energie cinetică în timpul întoarcerii către poziția mijlocie. Dacă frecarea în lagăre și frecarea cu aerul nu ar consuma treptat energia înmagazinată în sis-

tem prin prima scoatere din poziția mijlocie (de echilibru), oscilațiile acestea ar continua la infinit. Datorită însă acestor frecări oscilațiile se amortizează. De aceea este necesar ca balansierului să i se transmită la fiecare oscilație simplă o anumită energie sub forma unui impuls.

Balansierul poate fi realizat în foarte multe variante constructive în funcție de destinația mecanismului, de precizia impusă, de condițiile de exploatare și de un șir întreg de factori.

În figura 51 este reprezentat un balansier cu toate părțile legate funcțional de el. Roata oscilatoare 1 este montată pe axul balansierului 2.

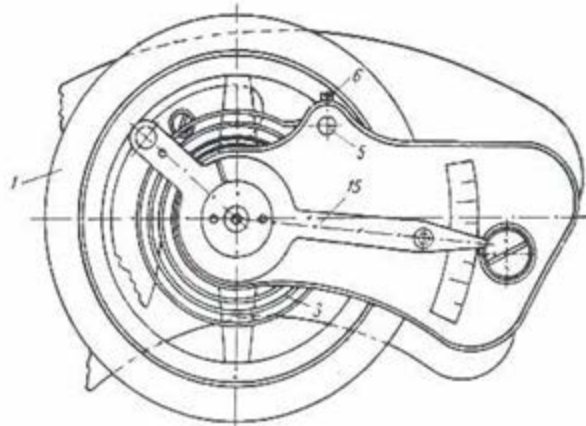
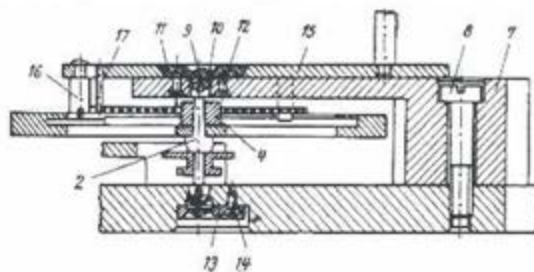


Fig. 51. Balansier.

Arcul spiral 3 este montat pe o rolă 4 care este fixată pe același ax. Extremitatea exterioră a arcului spiral este fixată rigid în butucul 5 (pitonul) fixat într-un orificiu al punții balansierului 7 prin intermediul șurubului 6. Partea 7 servește drept suport pentru lagărul superior al axului

balansierului și este demontabilă prin șurubul 8 de platina (baza) ceasornicului.

Lăgărele axului balansierului sunt formate din cîte o piatră de acoperire 9 și o piatră cu gaură 10. La lăgărul superior piatra de acoperire 10 este montată într-o plăcuță (armătură) 11 ce se fixează cu două știfturi 12 de puntea balansierului. Piatra cu gaură este montată direct în puntea balansierului. Lăgărul inferior este identic cu cel superior numai că aici piatra cu gaură este montată direct în platină, iar plăcuța 13 se fixează cu două șuruburi 14 în platină. În jurul lăgărului superior, respectiv în jurul plăcuței se poate roti un braț numit compas de reglare 15. Din felul cum este montat se poate observa că poziția lui este fixată datorită frecării între orificiul circular ușor conic și plăcuța 11 a pietrei de acoperire, conică în exterior.

Compasul la o extremitate are forma unui indicator al cărui virf ajunge în dreptul unei gradații (scări) gravate în puntea balansierului. În direcția opusă este prevăzut cu o prelungire în care se fixează două știfturi în așa fel încît prin spațiul dintre ele să treacă spira exterioară a arcului spiral într-o zonă apropiată de punctul de fixare în butuc. De fapt în figura 51 unul dintre știfturi este înlocuit cu o cheie compusă din coloana 16 cu o prelungire orizontală și din știftul 17. Spira exterioară a arcului spiral este introdusă în această cheie. Acest dispozitiv împiedică spira exterioară a arcului spiral să iasă din cheie la apariția unor zgudui-turi sau șocuri.

Dacă se deplasează virful compasului (privit de sus în sensul orar) lungimea arcului cuprinsă între butuc și aceste știfturi se va micșora, iar cea care ia parte la oscilație va crește, ceea ce va determina o creștere a perioadei de oscilație, iar ceasornicul va rămîne în urmă. La o astfel de deplasare extremitatea compasului care servește ca indicator se va deplasa spre litera „R” sau „S” marcate pe puntea balansierului (litera R provine de la cuvîntul „retard” din franceză, respectiv „slow” din engleză care înseamnă în urmă, tîrziu, încet). Dimpotrivă, dacă se deplasează compasul în sens contrar lungimea activă a arcului spiral scade, perioada se va micșora iar ceasul va merge înainte. Indicatorul se va deplasa spre litera „A” sau „F” (în franceză „avance” înseamnă înainte, iar „fast” în limba engleză repede).

În felul acesta compasul reprezintă un dispozitiv de reglare a perioadei de oscilație a balansierului. Este evident că porțiunea arcului spiral pe care se poate deplasa compasul de reglare trebuie să fie o curbă circulară concentrică cu centrul de rotație al compasului (adică cu axul balansierului). În caz contrar prin deplasarea compasului arcul spiral s-ar deforma și astfel ar apărea perturbații mari în funcționarea ceasornicului.

Fîind vorba de ceasornice portabile, care în timpul funcționării ocupă cele mai diferite poziții, este evident că roata oscilatoare nu trebuie să aibă bătăi frontale, adică în timpul oscilației trebuie să se mențină într-un plan și să fie foarte bine echilibrată. Roțile oscilatoare fără șuruburi se echilibrează prin îndepărtare de material prin găurire din obadă în zona care are un surplus de masă. Roțile oscilatoare cu șuruburi fixate în jurul circumferinței se echilibrează prin înșurubarea mai mult sau mai puțin

adîncă a șuruburilor, înlocuirea unor șuruburi cu altele, fixarea unor roțelile între șurub și obadă. Aceste șuruburi servesc și la modificarea momentului de inerție al balansierului.

2. Perioada de oscilație

Mărimile care influențează perioada de oscilație sînt:

— momentul de inerție al tuturor maselor ce se află în mișcare de oscilație;

— momentul director al arcului spiral care depinde de lungimea arcului spiral, de dimensiunile secțiunii arcului și de caracteristicile mecanice ale materialului folosit.

Trebuie subliniat faptul că momentul de inerție al unei mase crește cu pătratul distanței pînă la axa de oscilație.

Dacă se consideră că o unitate de masă se găsește la o distanță de 2 cm față de axă, ea va avea un moment de inerție de $2^2=4$ ori mai mare decît aceeași unitate de masă situată la distanța de 1 cm de axă. Din această cauză la o roată oscilatoare, pentru a se obține un anumit moment de inerție, se recomandă următoarea soluție: butuc mic, spițe subțiri și ușoare și obadă mai grea.

Folosirea unui disc plin în locul roții cu spițe, la același moment de inerție, ar presupune o masă mult mai mare. Acest lucru ar avea drept urmare o încărcare suplimentară a cepului și a lăgărului.

Diametrul arcului spiral trebuie să nu fie nici mai mic de jumătate din diametrul roții oscilatoare, însă nici mai mare de 2/3 din același diametru. Perioada unei oscilații simple (corespunzătoare unei bătăi, respectiv intervalului dintre două transmiteri de impulsuri) este dată de relația:

$$T_0 = \pi \cdot \sqrt{\frac{I}{D}} \quad (16)$$

Momentul de inerție I al masei totale M a balansierului este dat de relația:

$$I = M \cdot r^2 \quad (17)$$

în care r reprezintă raza de inerție, adică distanța la care s-ar situa masa M presupusă punctiformă, pentru a avea același moment de inerție cu balansierul considerat.

Momentul director D al arcului spiral este dat de relația:

$$D = \frac{E \cdot h \cdot s^3}{12 \cdot L} \cdot \frac{\alpha}{57,3} \quad (18)$$

în care:

E este modulul de elasticitate al materialului din care este executat arcul spiral;

h — lățimea arcului spiral;

s — grosimea arcului spiral;

L — lungimea arcului spiral;

α — unghiul de oscilație al balansierului, exprimat în grade.

Perioada de oscilație a balansierului este independentă de valoarea unghiului de oscilație deoarece oscilațiile sînt izocrone. Din acest motiv se va lua momentul director pentru oscilația de 1 rad=57,3°.

Înlocuindu-se în expresia (16) valorile pentru I și D se obține:

$$\begin{aligned} T_0 &= \pi \sqrt{\frac{M \cdot r^2}{Eh^3}} \\ T_0 &= \pi \sqrt{\frac{12 M \cdot r^2 L}{Eh^3}} \\ T_0 &= 2\pi \sqrt{\frac{3 M \cdot r^2 L}{Eh^3}} \end{aligned} \quad (19)$$

Perioada T_0 este direct proporțională cu rădăcina pătrată a lungimii arcului spiral, rădăcina pătrată a masei și cu raza de inerție; ea este invers proporțională cu: rădăcina pătrată a modului de elasticitate, rădăcina pătrată a lățimii arcului spiral și rădăcina pătrată a grosimii arcului ridicată la puterea a 3-a.

Din această relație se observă că singura mărime variabilă, la o roată oscilatoare și un arc dat, este lungimea arcului spiral (lungimea lui activă care participă la oscilație). În practică, potrivirea mersului, respectiv corectarea abaterilor, se face tocmai prin modificarea lungimii L . În anumite condiții se poate modifica și raza de inerție a balansierului.

3. Tipuri constructive de roți oscilatoare și arcuri spirale

Balansierul fiind alcătuit din două părți principale — roata oscilatoare și arcul spiral — este necesară o clasificare și descriere a celor două elemente separat.

a. Roata oscilatoare. Se cunosc mai multe tipuri:

1) *Roata oscilatoare simplă monometalică* (fig. 52, a) este executată din alama, alpuca sau bronz cu beriliu. Obada roții oscilatoare nu este secțională (întreruptă). În trecut aceste roți se foloseau numai la ceasornice de calitate inferioară, deoarece dacă se utilizează împreună cu un arc spiral din oțel sau bronz care își modifică elasticitatea o dată cu variația temperaturii, această modificare trebuie compensată de o modificare a momentului de inerție al roții oscilatoare. Astăzi se folosesc roți oscilatoare monometalice și la ceasornicele de calitate bună, deoarece noile materiale folosite pentru arcuri spirale nu și modifică caracteristicile la variații ale temperaturii. Pe de altă parte se cunosc astăzi metode dinamice de echilibrare a balansierului, fapt care nu mai face necesară utilizarea șuruburilor de echilibrare.

2) *Roata oscilatoare monometalică cu șuruburi* (fig. 52, b) este prevăzută pe suprafața exterioară cu găuri filetate pentru șuruburi prin a căror înșurubare mai mult sau mai puțin adîncă se modifică valoarea momentului de inerție.

3) *Roata oscilatoare anizotropă* (fig. 53) se ștanțază dintr-un material anizotrop, de exemplu zincul, sau un aliaj cu adaos redus de cupru, laminat. Acest material se caracterizează prin aceea că cristalizează în rețea hexagonală care are o alungire în direcția axei principale de trei ori mai mare decît în alte direcții. La laminare majoritatea cristalelor



Fig. 52. Roată oscilatoare simplă.

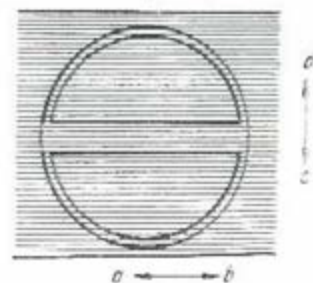


Fig. 53. Roată oscilatoare anizotropă.

se aranjează cu axa principală în direcția laminării a—b. Dacă se ștanțază roțile oscilatoare astfel încît cele două spite să fie orientate după direcția laminării, se va obține o alungire, respectiv o modificare a momentului de inerție la creșterea temperaturii. Această soluție a fost propusă în anul 1925 de către Straumann. Aceste roți oscilatoare pot compensa erori datorită temperaturii de 1—2 sgrd. zi.

4) *Roata oscilatoare de compensație bimetalică* (fig. 54) are obada formată din două metale (două inele din metale diferite), lipite între ele, care se caracterizează printr-un coeficient de dilatare diferit.

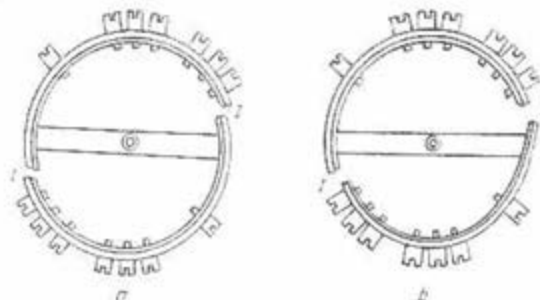


Fig. 54. Roată oscilatoare de compensație.

Astfel, de exemplu, inelul interior se execută din oțel, iar cel exterior din alama. Obada este întreruptă în două locuri / în imediata apropiere a spițelor. La o scădere a temperaturii capetele libere ale obei

se deschid, distanțându-se de centru. Astfel momentul de inerție va crește și va compensa tendința de grăbire datorită arcului spiral (fig. 54, a). Invers, la o creștere a temperaturii, capetele se vor apropia de centru. Astfel momentul de inerție va scădea și va compensa astfel tendința de întârziere datorită arcului spiral (fig. 54, b).

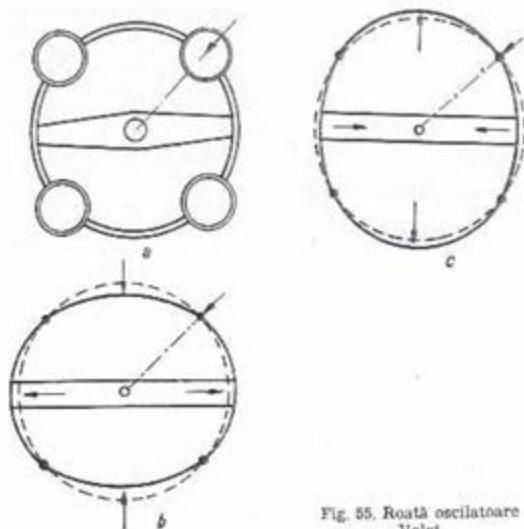


Fig. 55. Roata oscilatoare Volet.

În afara tipurilor prezentate se cunosc și alte variante, de exemplu roata oscilatoare volet, roata oscilatoare Guillemin. Prima constă dintr-o obadă din invar și spițe din alamă (fig. 55, a). Felul cum se poate compensa variația de mers, datorită influenței temperaturii asupra arcului spiral, se poate observa din figurile 55, b și 55, c.

b. **Arcuri spirale.** Precizia de funcționare a ceasornicelor este dată în primul rând de calitățile arcului spiral. La primele ceasornice mici, balansierul oscila fără a avea un arc spiral (Foliot). Oscilațiile au fost neuniforme și perioada nu putea fi reglată. În 1675 C. Huygens a descoperit și folosit arcul spiral (fig. 56). Arcul fiind executat din cupru sau oțel avea puține spire. Cu toate acestea neajunsuri a adus ceasornicelor cu balansier îmbunătățirea necesară pentru a atinge precizia de funcționare a ceasornicelor cu pendul din acea vreme.

În jurul anului 1700 de la Hire a propus folosirea unui arc ondulat (fig. 57). Au mai existat și alte propuneri ca de exemplu: arc elicoidal cilindric (fig. 58, a) prevăzut cu curbele terminale (de capăt) 1 și 2, prin care se realiza legătura cu balansierul și butucul de frecare al arcului elicoidal. Acest arc a fost introdus în 1782 de către J. Arnold. Curbele 1 și 2

aveau și rolul de a asigura arcului o desfășurare uniformă în timpul oscilațiilor.

Au mai fost și alte propuneri ca: arc conic (fig. 58, b) al lui L. Berthoud, arc tip butoi (fig. 58, c) al lui F. Havriet etc. Astăzi la ceasornicele portabile se folosesc numai arcuri spirale și arcuri elicoidale cilindrice.



Fig. 56. Arcul spiral al lui Huygens.



Fig. 57. Arcul lui de la Hire.



Fig. 58. Arcuri elicoidale.

1) Arcul spiral plat este fixat cu capătul interior de rola 1 iar cu capătul exterior de butucul 2 (fig. 59, a). Rola 1 este crestată, ceea ce face posibilă rotirea ei pe axul balansierului. Acest arc are dezavantajul că în timpul deschiderii (fig. 59, b) și al stringerii (fig. 59, c) nu se desfășoară concentric. Astfel apar anumite solicitări laterale ale capetelor pe lagăre care în ultima analiză provoacă abateri ale mersului.

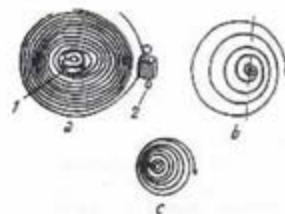


Fig. 59. Arc spiral plat.

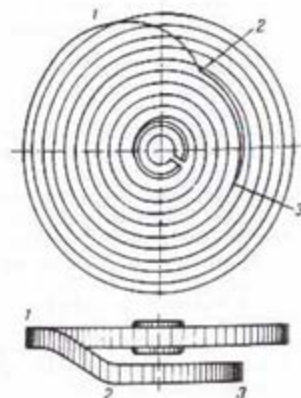


Fig. 60. Arc spiral Breguet.

2) Arcul spiral Breguet (fig. 60). Ceasornicarul A. L. Breguet îi aparține ideea de a ridica ultima spirală (exterioară) într-un alt plan decât restul spirelor, atribuind acestei spire forma empirică 1, 2, 3 în scopul obținerii unei deschideri și stringeri concentrice a arcului spiral. Această

formă este înălțată astăzi la toate ceasornicele de calitate superioară

3) Arcul elicoidal cilindric (fig. 61). Inginerul francez E. Philips a determinat în 1861 condițiile care trebuie îndeplinite de curbele terminale. Ele își găsesc aplicație la arcurile cronometrelor marine. Acestea le lipsește com-



Fig. 61. Arcul elicoidal al lui Philips.



Fig. 62. Arc spiral drept: a) stâng, b) drept, c) drept.

pasul de reglare și spirală terminală I este legată direct de butucul 2, care îndeplinește și rolul de reglare. În funcție de sensul de înfășurare se deosebesc arcuri spirale spre stânga (fig. 62, a), respectiv arcuri spirale spre dreapta (fig. 62, b).

Ca materiale pentru arc spiral se folosesc: oțel, cupru, bronz și aliaje speciale.

4. Compensarea balansierului

Factorii care influențează perioada de oscilație a balansierului au fost arătați în mod destul de amănunțit la ceasornicul deșteptător. La ceasornicele portabile de o însemnată deosebită este echilibrarea corectă a balansierului. Deoarece în privința preciziei pretențiile sînt mult mai mari la ceasornicele de mină și de buzunar, decît la ceasornicele deșteptătoare, se impune ca o primă și importantă măsură eliminarea variației de mers, respectiv variația perioadei de oscilație, la variații de temperatură. Compensarea balansierului, adică anihilarea efectului produs de variația temperaturii asupra elasticității arcului spiral se realizează prin obținerea unui efect contrar la roata oscilatoare. Cel mai des întrebuintat în trecut au fost roțile oscilatoare bimetalice de compensație cu două spițe, cu obada din alamă și oțel, descrise anterior.

Fenomenul de compensare se poate urmări mai ușor în tabela 2.

a. Roata oscilatoare bimetalică cu compensare. În figura 63 este reprezentată o roată oscilatoare bimetalică cu compensare. La ceasornicele bune se deosebesc două categorii de șuruburi:

— patru șuruburi a de echilibrare și de modificare a momentului de inerție dispuse așa cum se vede în figură. Ele au capul mai mic, circa jumătate din înălțimea capului celorlalte șuruburi. Aceste șuruburi de aur sau alamă trebuie să fie astfel înșurubate în obada roții balansierului încît să nu se deșurubeze în timpul oscilațiilor balansierului; totodată înșurubarea trebuie să se facă destul de ușor pentru ca modificarea momentului de inerție să nu necesite demontarea balansierului;

Fenomenul de compensare

Temperatura	Modificările pendule asupra arcului spiral	Modificarea mersului ceasornicului	Compensarea prin roata oscilatoare
crește	Elasticitatea arcului spiral scade	întîrzie	Obada, respectiv capetele se apropie de centrul de oscilație; momentul de inerție scade, și apare deci tendința de grăbire, efect care anihilează efectul produs de scăderea elasticității arcului spiral
scade	Elasticitatea arcului spiral crește	grăbește	Obada, respectiv capetele se depărtează de centrul de oscilație; momentul de inerție crește și apare deci tendința de întîrziere, efect care anihilează tendința de grăbire provocată de creșterea elasticității arcului spiral

— șuruburile de compensare care sînt toate celelalte șuruburi ce servesc la realizarea compensației dorite. În obada roții oscilatoare sînt mai multe găuri filetate pentru a face posibilă mutarea unor șuruburi, sau înlocuirea unora cu altele. La ceasornicele precise (fig. 64) aceste șuruburi de compensare nu sînt la fel de grele (sau diferite înălțimi și dimensiuni ale capului șurubului). Prin mutarea șuruburilor de compensare de la locul de secționare (capătul liber) al obezii, sau înlocuirea lor cu altele mai ușoare, se reduce evident efectul de compensare. Dimpotrivă, prin mutarea unor șuruburi suplimentare spre capătul liber al obezii, sau în-

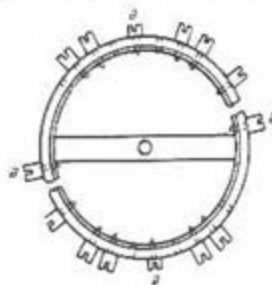


Fig. 63. Roata oscilatoare bimetalică de compensare.

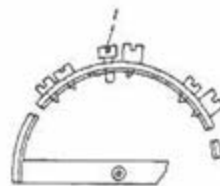


Fig. 64. Șuruburi de compensare și șuruburi de echilibrare.

locuirea lor cu altele mai grele, se mărește efectul de compensare. În acest fel roata oscilatoare poate fi adaptată diferitelor calități ale arcului spiral. Operația de reglare a ceasornicului în felul descris poartă denumirea de reglare fină.

La ceasornicele de calitate superioară se recomandă ca compasul de reglare să fie lăsat în poziția mijlocie și reglarea mersului să se execute cu ajutorul șuruburilor de echilibrare. Acest mod de reglare a mersului este mult mai indicat deoarece de exemplu la un ceasornic Glasshütte printr-o singură rotație a două dintre șuruburile 1 opuse se obține o modificare a mersului cu 60 s în 24 h, dacă șuruburile sînt de aur (greutate specifică mare). Dacă șuruburile sînt de alamă, pentru obținerea unei variații de mers identice, șuruburile trebuie rotite mai mult (cu circa $\frac{1}{4}$ de rotație în plus). La rotirea șuruburilor în sensul scoaterii lor din obadă se obține o întârziere iar la înșurubare o grăbire a mersului ceasornicului.

Este evident că reglarea compensației este o operație destul de dificilă și costisitoare. La aceasta se mai adaugă și faptul că orice ceasornic trebuie verificat în șase poziții deosebite pentru a avea siguranța că el în exploatare funcționează corect. Din această cauză cercetările au fost îndreptate spre găsirea unor materiale pentru arcul spiral care să nu sufere modificări ale elasticității, astfel încît compensarea cu roata oscilatoare să nu mai fie necesară. Aceasta cu atât mai mult cu cît compensarea, deși poate atinge performanțe deosebite, aproape de performanțe ideale, nu este rentabilă decît la cronometrele de marină și ceasornicele de înaltă precizie care însă au prețuri ridicate.

b. **Arcul spiral compensator Perret.** La începutul secolului nostru, c data cu apariția aliajului denumit „Invar” (aliaj nichel-otel) care se caracterizează printr-un coeficient foarte mic de dilatație termică, s-a încercat să se execute arcul spiral din acest aliaj în speranța că și elasticitatea va fi invariabilă cu temperatura. Încercarea nu a reușit deoarece invarul are o duritate (elasticitate) prea mică pentru un arc. Perret a încercat să realizeze arcul spiral dintr-un alt aliaj al nichelului cu otel și roata oscilatoare din invar. Și astăzi există ceasornice la care s-a aplicat această soluție. Rezultatele obținute au fost mai bune decît în cazul folosirii unei roți oscilatoare monometalice simple de alamă și arc spiral de otel. Acest lucru este explicabil deoarece la această soluție s-a îmbunătățit numai roata oscilatoare care, fiind executată din invar, nu și modifică momentul de inerție deoarece nu se modifică dimensiunile ei. În acest fel însă nu a fost eliminată modificarea perioadei datorită variației elasticității arcului spiral.

c. **Arcul spiral din elinvar.** Arcul spiral care nu și modifică elasticitatea a fost descoperit de Guillaume prin folosirea aliajului denumit elinvar. Astfel, prin folosirea unei roți oscilatoare din invar și a arcului spiral din elinvar nu mai apar variații de mers la variații de temperatură. Această combinație se recomandă la ceasornicele de calitate medie și superioară.

Arcul spiral din elinvar este ieftin, în schimb roata oscilatoare din invar este scumpă, deoarece invarul se prelucurează greu. O roată ieftină poate fi realizată de fapt numai din alamă dar aceasta introduce din nou o abatere datorită dilatației roții oscilatoare la variații de temperatură.

d. **Roata oscilatoare cu compensare suplimentară.** Variația de mers care apare la ceasornicele echipate cu arcul spiral din elinvar și roata oscilatoare monometalică din alamă se elimină uneori cu așa-numita compensare suplimentară (fig. 65). Obada nu este sectionată și este executată din alamă ca și spițele. Spre deosebire de roțile oscilatoare sectionate, șuruburile de compensare 5 nu au nici un rol în ce privește compensarea. De fapt această roată oscilatoare nu ar necesita șuruburi însă s-au păstrat din punctul de vedere al aspectului și pentru avantajul că momentul de inerție al balansierului poate fi reglat ușor. Astfel de exemplu în figură șuruburile 6 au fost micșorate pînă s-a obținut momentul de inerție dorit. Ce apare nou la acest balansier este compensația suplimentară pe porțiunea a—b, fixată de obadă prin șuruburile 2. Compensația suplimentară constă dintr-un segment de arc de cerc avînd în exterior alamă și în interior otel, și nu este altceva decît o porțiune din roata oscilatoare bimetalică de compensație.

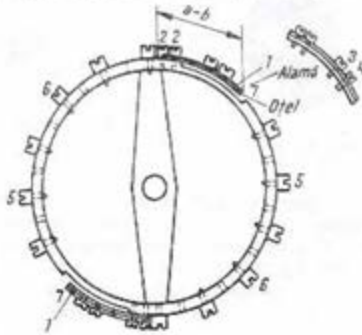


Fig. 65. Roata oscilatoare cu compensare suplimentară.

La creșterea temperaturii capătul liber (exterior) 7 — se curbează apropiindu-se de centru. Șuruburile 3 și 4 sînt șuruburi de compensare. Prin schimbarea lor se poate mări sau micșora efectul de compensare. Efectul de compensare al porțiunii scurte a—b, avînd șuruburile 3 și 4 relativ mici nu este mare. Dar aceasta nici nu este necesară deoarece la creșterea temperaturii trebuie compensată numai creșterea dimensiunilor roții oscilatoare (și nu trebuie compensată variația elasticității arcului spiral, el fiind executat din elinvar). Momentul de inerție al roții oscilatoare va rămîne deci constant dacă șuruburile 3 și 4 au fost aranjate corespunzător, ceea ce se obține prin încercări. Ceasornicul va funcționa deci corect și la variație de temperatură. În realitate însă arcul spiral din elinvar prezintă totuși o mică variație a elasticității care poate fi compensată de compensația suplimentară prin fixarea șuruburilor 3, în orificiile filetate 1 la extremitatea liberă a porțiunii a—b. La balansierele cu compensație suplimentară arcul spiral de elinvar nu poate fi înlocuit cu un arc de otel. Aceasta intrucît compensația suplimentară nu poate anihila variația elasticității arcului spiral de otel. Elinvarul este tot un aliaj otel-nichel cu un adaos de crom, mangan, wolfram, waniadiu și molibden care măresc considerabil elasticitatea. Acest aliaj a fost descoperit în anul 1919.

Trebuie subliniat faptul că atunci cînd se vorbește de momentul de inerție intră toate masele fixate pe axul balansierului. Cum însă acesta depinde de masa și raza de inerție la puterea a doua este evident că

influența cea mai mare o vor avea obada balansierului și șuruburile fixate în ea.

Arcul spiral de elinvar prezintă două avantaje față de cel din oțel și anume:

- o variație foarte mică a elasticității;
- influența câmpului magnetic este redusă.

Dar acest arc are și un dezavantaj față de cel de oțel și anume elasticitate, respectiv duritate redusă care face ca acest arc să fie ușor deformabil la atingerile inevitabile din timpul demontării.

e. **Arcul spiral din nivarox.** Acest aliaj se caracterizează prin elasticitate constantă și ridicată, este amagnetice și inoxidabil. Între arc și spiral din alinvar și nivarox se situează arcurile din metal invar, durinval și izoval. Pentru a profita la maximum de avantajele acestui aliaj, arc și spiral din nivarox trebuie folosiți cu o roată oscilatoare care să fie de asemenea insensibilă la variații de temperatură adică din invar.

La ceasornicele de calitate inferioară roata oscilatoare nu se execută din invar deoarece acesta se prelucurează foarte greu. Aici se poate folosi cu succes roata oscilatoare Strauman (din zinc laminat). De fapt această combinație executată în mod corect poate fi utilizată și la ceasornicele bune și chiar la ceasornicele de precizie.

f. **Roata oscilatoare din bronz cu beriliu.** Aceasta este o roată simplă, necesională și se caracterizează prin faptul că este amagnetice și poate fi îmbunătățită, obținându-se o duritate mult mai ridicată decât a celei din alamă sau alpacă. Astfel pericolul de deformare este mult mai mic. În ce privește compensarea, roata oscilatoare din acest aliaj nu prezintă nici o noutate, adică în combinație trebuie folosit un arc spiral fără modificarea elasticității cu temperatura pentru obținerea unor rezultate bune.

5. Lagărul balansierului

Forma cepului axului balansierului a fost tratată la capitolul IV „Mecanismul de transmisie”. În scopul reducerii frecării și obținerii unor amplitudini mari, cepul are un diametru foarte mic 0,07–0,12 mm. Suprafețele active (care vin în contact cu pietrele ce alcătuiesc lagărul) trebuie să fie foarte bine prelucrate și să prezinte o suprafață oglindă. Lagărul pentru axul balansierului este alcătuit aproape exclusiv din ete o piatră de trecere și una de acoperire.

În figura 66 se arată un mod avantajos de montare a pietrelor. Pietrele sunt montate prin bordurare. Local de bordurare este indicat prin *b*. Distanța dintre piatra de acoperire și cea de trecere este de 0,05 mm. Această distanță are un rol deosebit de important întrucât de ea depinde formarea peliculei de ulei altfel de necesară funcționării corecte a ceasornicului. Se mai observă că piatra cu gaură este cavă pe partea din care intră cepul tocmai în scopul ușurării introducerii lui în lagăr. Dacă cepul nu ar avea pragul *p* ar exista pericolul ca la o ungere prea abundentă uleiul *u* să se scurgă de-a lungul axului ajungând pe arc și spiral

unde s-ar întinde producând lipirea spirelor, datorită cărui fapt ceasornicul va grăbi foarte mult sau se va opri.

În figura 67 este reprezentat un lagăr pentru axul balansierului cu pietre presate. Acesta prezintă dezavantajul că uleiul *u* se va întinde (se va consuma) scurgându-se pe suprafețele *s* dintre puntea balansierului și

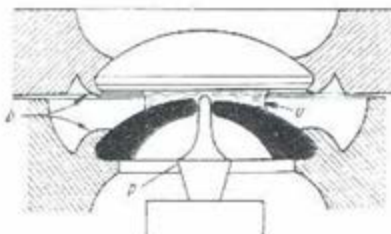


Fig. 66. Lagărul balansierului cu pietre montate prin bordurare.

plăcilor pentru piatra de acoperire și deci cepul va oscila fără ungere. Situația poate fi îmbunătățită dacă se practică tesiturile *t* din figura 68, a datorită cărora se obține din roua un film de ulei care împiedică întinderea uleiului.

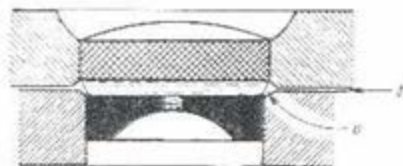


Fig. 67. Lagărul balansierului cu pietre montate prin presare.

O soluție și mai bună este reprezentată în figura 68, b unde condițiile de ungere sînt la fel de bune ca la pietrele montate prin bordurare, piatra cu gaură prezentînd o suprafață bombată înspre piatra de acoperire. Și în acest caz se practică tesiturile *t* (paralele stîngă) deoarece eventualele murdării ascuțite *c* ar putea favoriza întinderea uleiului spre suprafața de contact *b* între punte și plăcuță.

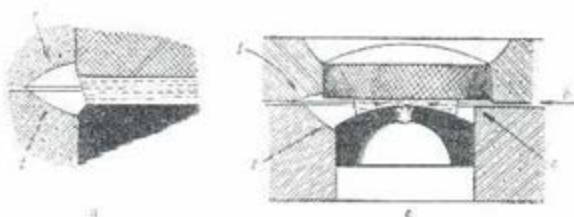


Fig. 68. Soluții îmbunătățite cu pietre montate prin presare.

Din necesitatea de a se reduce frecarea, diametrul cepului balansierului trebuie să fie foarte mic. O dată însă cu reducerea diametrului cepului, crește pericolul ruperii lui la șocurile și lovirile inevitabile la care este supus ceasornicul portabil. Acest pericol este mărit și de

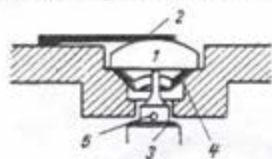


Fig. 69. Principiul amortizării șocurilor.

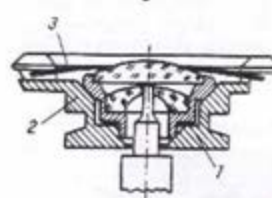
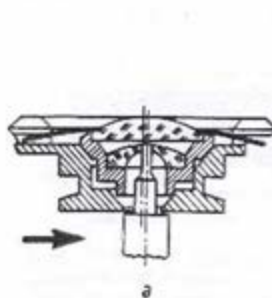
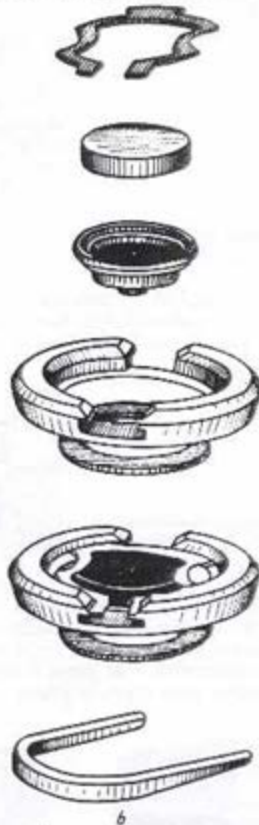


Fig. 70. Sistemul incabloc:
a — funcționare; b — piese componente.



tratamentul termic (îmbunătățirea) axului balansierului. La aceasta s. mai adaugă și greutatea respectiv inerția destul de mare datorită masei mari a roții oscilatoare. Din aceste motive, astăzi toate lagărele pentru balansier sînt prevăzute cu un sistem de amortizare a șocurilor, și pre-

luare a lor în final de către însuși fusul și nu de către cepul balansierului.

Ceasornicele echipate cu un sistem oarecare de amortizare a șocurilor sînt cunoscute și sub denumirea de ceasornice antișoc. În principiu un astfel de sistem funcționează astfel (fig. 69): piatra de acoperire 1 se află sub acțiunea unui arc 2, iar la apariția unui șoc în direcția axială, piatra se ridică atît de mult încît umărul 3 se va lovi de partea fixă. Pentru amortizarea unor șocuri laterale piatra de trecere este montată într-o bucă cu suprafața conică 4 care la apariția șocului poate să se deplaseze lateral (însoțită și de o ridicare) și deci porțiunea 5 a fusului, care este mult mai rezistentă decît cepul, se va lovi de partea fixă. În realitate nu există șocuri laterale sau axiale, ci ele au o direcție oarecare. Ele însă pot fi descompuse oricînd după cele două direcții amintite și amortizarea șocului se va face în felul descris.

În Elveția au fost construite diferite sisteme de amortizare a șocurilor ca: Inca-bloc, Pase-choc, Kif, Choc-Resist, Monorex etc. În figura 70 este reprezentat sistemul Inca-bloc la care piatra cu gaură și piatra de acoperire sînt montate într-o bucă 1 care alunecă pe o porțiune conică 2, fiind apăsată în locaș de către un arc 3 care calcă pe piatra de acoperire.

În figura 71 se arată sisteme folosite la ceasornice de calitate superioară. Sistemul Monorex (fig. 71, a) ca și o serie de alte sisteme (Trischock, Rufarex) se caracterizează prin aceea că cele două pietre nu mai sînt montate în aceeași bucă, ci separat. Prin aceasta se realizează în primul rînd posibilitatea deplasării unei pietre independent de cealaltă. Pietrele, fiind montate separat, vor avea masa mai mică și, deci, se vor deplasa mai ușor și asigură astfel o amortizare mai bună a șocurilor. Piatra cu gaură este montată și în aceste cazuri într-o bucă care are în exterior o suprafață conică (încălinată la 45°) suprafinisată și care alunecă pe o suprafață cu aceeași conicitate de pe partea fixă a lagărului.

Buca în care este montată piatra de acoperire este așezată pe buca pietrei cu gaură, fiind apăsată de un arc de forma unei șaibe elastice cu trei brațe.

La sistemul Trischock (fig. 71, b) numai piatra cu gaură este montată într-o bucă, iar piatra de acoperire este așezată pe buca pietrei de trecere fără a fi montată în bucă și este apăsată de un arc pe aceasta.

La sistemul Rufarex (fig. 71, c) piatra cu gaură este așezată într-un locaș, iar piatra de acoperire este montată într-o bucă care apasă pe piatra cu gaură. Buca în care este montată piatra de acoperire este apăsată spre lagăr de către un arc cu trei brațe.

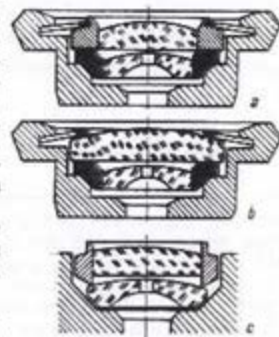


Fig. 71. Sisteme de amortizare folosite la ceasornice de calitate superioară.

6. Rola, butucul și compasul de reglare

a. **Rola arcului spiral.** Dacă ar fi posibil să fie fixat capătul interior al arcului spiral exact în centrul axului balansierului, rezultatul privind mersul ceasornicului ar fi cel mai bun în sensul că oscilațiile nu ar fi influențate de curbă terminală interioară. În acest caz însă nu ar fi posibil ca arc spiral să fie demontat ușor. De aici rezultă și cerințele care se impun rolei arcului spiral și anume:

- să permită capătului interior al arcului spiral să se apropie cât este posibil de centrul axului oscilator;
- să poată fi demontată ușor și de repetate ori de pe axul oscilator fără ca prin aceasta arc spiral să fie expus la deformări.

Pentru a face posibilă demontarea și montarea repetate și asigurarea unei anumite poziții, rola este prevăzută cu o creștătură radială. Lățimea acestei creștături trebuie să fie cât mai mică, astfel încât șurubelnița cea mai mică să poată intra în creștătură în vederea rotirii rolei pe ax cu ocazia corectării și potrivirii căderii eșapamentului. O lățime prea mare influențează negativ echilibrul balansierului. Rola este prevăzută cu o gaură transversală în care se introduce capătul interior al arcului spiral și se fixează cu un știft.

În figura 72, a este reprezentată o rolă executată corect. Gaura transversală 3 este în imediată apropiere a creștăturii 1. Astfel mai mult de jumătate din suprafața interioară a rolei și anume porțiunea de la 1 la 2 va fi aderență cu axul balansierului. Porțiunea în care se află

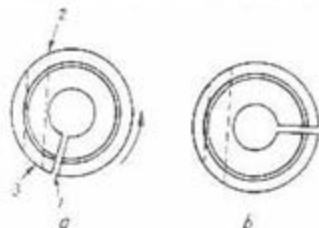


Fig. 72. Rola arcului spiral:
a — corectă; b — greșită.

gaura 3 este slăbită și nu are elasticitatea necesară, deci prezintă tendință de deformare. Dacă gaura de fixare are poziția din figura 72, b, această rolă la fiecare montare se va deforma. Dacă rola nu este destul de mare ea nu va fi niciodată strinsă suficient de aderent pe axul balansierului și prin deformarea ei poate să producă și deformarea arcului spiral.

În figura 73 sunt reprezentate câteva forme uzuale ale rolei pentru arc spiral.



Fig. 73. Tipuri de role.

Felul, respectiv forma îndoirii dintre porțiunea dreaptă a capătului interior al arcului spiral care intră în gaura rolei și prima spirală are o importanță deosebită pentru deformarea concentrică a arcului în timpul oscilațiilor.

În figura 74, a este reprezentat un arc spiral montat corect și anume trecerea cu racordarea r se realizează printr-un sfert de arc de cerc.

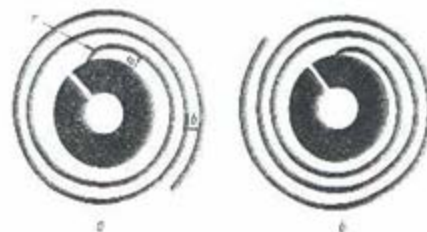


Fig. 74. Arc spiral:
a — corect; b — greșit.

De asemenea, distanța a este egală cu pasul dintre două spirale b . În figura 74, b este reprezentat un arc spiral montat incorect.

Fixarea capătului de arc în rolă trebuie făcută cu atenție pentru ca spiralele arcului să se situeze într-un plan perpendicular pe axul balansierului.

b. **Butucul arcului spiral.** Capătul exterior al arcului spiral se fixează cu un știft într-o gaură a unui butuc numit piton, executat din alamă

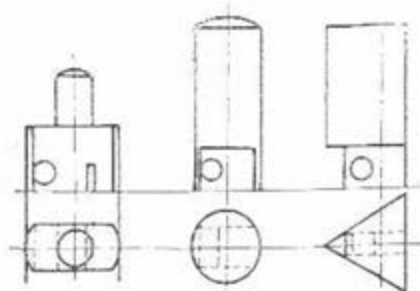


Fig. 75. Butucul arcului spiral.

sau alpaca. Pitonul este fixat de obicei în puntea balansierului, fie prin presare, fie cu șurub lateral dacă intră în orificiul respectiv cu joc. În figura 75 sunt reprezentate trei forme mai frecvent utilizate pentru piton.

Capetele arcului spiral se fixează cu știfturi de formă și dimensiuni potrivite. În figura 76 sînt reprezentate o fixare corectă și cîteva fixări incorecte.

c. **Compasul de reglare.** Pentru a fi posibilă modificarea ușoară a lungimii active a arcului spiral, și în acest fel a perioadei de oscilație, pe puntea balansierului în jurul plăcuței de acoperire este montat compasul

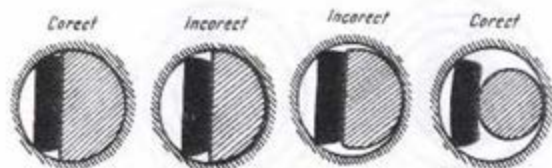


Fig. 76. Fixarea arcului spiral.

de reglare (v. fig. 51). Unul dintre capetele acestuia se poate deplasa pe ultima spirală a arcului spiral care are forma circulară.

În figura 77, a și b este reprezentat un compas de reglare pentru arc spiral Breguet, respectiv arc spiral plat. La compasul pentru arc spiral Breguet (fig. 77, a) ultima spirală este introdusă între cele două știfturi 1. Compasul pentru arc spiral plat (fig. 77, b) este prevăzut cu o cheie 2, care nu permite ieșirea spirei. Cu 3 s-a notat plăcuța de acoperire.

În scopul creării unei posibilități de reglare mai fină decît prinderea indicatorului compasului cu penseta și deplasarea lui, au fost construite cîteva dispozitive speciale de reglare.

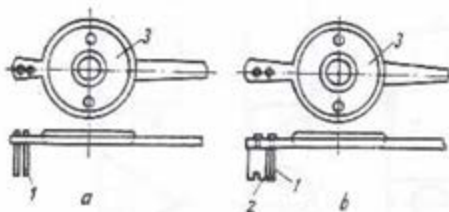


Fig. 77. Compasuri de reglare.

În figura 78, a este reprezentat un dispozitiv foarte simplu pentru reglarea fină. Arcul 3 împinge indicatorul compasului către șurubul 5. Șurubul rotindu-se într-un sens sau altul, va produce deplasarea compasului în sensul grăbirii sau întîrzierii ceasornicului.

În această figură 1 este plăcuța de acoperire în jurul căreia se rotește compasul 2, 4 este pitonul iar 6 este puntea balansierului.

Dispozitivul din figura 78, b este alcătuit dintr-un șurub 7 și piulița 8 care sînt înecate în corpul punții balansierului 6. Indicatorul este antrenat de către piulița care se deplasează într-o parte sau în cealaltă, la rotirea șurubului în cele două sensuri.

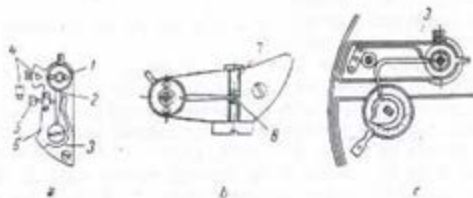


Fig. 78. Compasuri pentru reglare fină.

La dispozitivul din figura 78, c indicatorul poate fi deplasat cu ajutorul excentricului 9 pe care este presat indicatorul compasului de către arc 3.

Trebuie subliniat încă o dată că la ceasornicele de precizie (pentru observatoare) reglarea fină se execută prin modificarea momentului de inerție.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Din ce părți este alcătuit balansierul? Descrieți aceste elemente componente.
2. Care sînt factorii care determină perioada de oscilație?
3. Cîte tipuri de roți oscilatoare cunoașteți?
4. Cîte feluri de arcuri spirale se utilizează?
5. Ce se înțelege prin compensarea roții oscilatoare?
6. Cum se explică compensarea la rosta oscilatoare bimetalică?
7. Cum se obțin alte compensări?
8. Explicați necesitatea și modul de acțiune al roții oscilatoare cu compensări suplimentare.
9. Prin ce se caracterizează lagărul balansierului? Descrieți cîteva soluții.
10. Descrieți cîteva soluții pentru lagăre antișoc.
11. Ce rol are rola balansierului? Arătați cîteva forme de role uzuale!
12. Cum trebuie să arate un butuc corect pentru arc spiral?
13. Indicați cîteva dispozitive de reglare fină a compasului de reglare!

MECANISMUL INDICATOR

Mecanismul indicator este format din partea de angrenaj care, prin intermediul indicatoarelor și cadranelui, înregistrează numărul de oscilații ale balansierului. Legătura dintre mecanismul de transmisie și mecanismul indicatoarelor trebuie realizată printr-un cuplaj elastic (cu frecare).

La ceasornicele de uz general cadrul este împărțit în douăsprezece părți (ore). Astfel, între arătătorul minutar și cel orar trebuie să existe un raport de 12:1. Numărul de dinți al pinionului pătrar, roții schimbătoare, pinionului schimbător și roții orare folosite a fost dat în tabela 15 din volumul pentru anii I și II.

La ceasornicele de înaltă precizie pentru observațiile de timp cadrul are 24 de diviziuni pentru 24 h. În acest caz raportul de transmisie va fi de 24:1.

a. **Cuplajul elastic.** Se cunosc mai multe soluții de realizare a cuplajului elastic dar toate se bazează pe realizarea unui cuplaj prin frecare, de obicei pe axul minutar prelungit.

În figura 79 este reprezentat așa-numitul sistem cu știft indicator. Pinionul central, respectiv axul minutar 2 este găurit și prin el trece un știft numit știft indicator 1 deoarece poartă indicatorul minutar. Pe acest știft este fixat prin presare pinionul pătrar. Cuplajul prin frecare este realizat între pinionul minutar găurit și știftul indicator. În acest

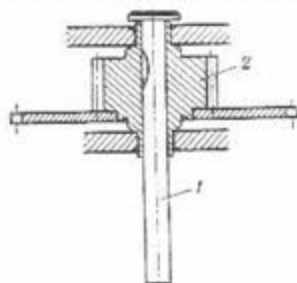


Fig. 79. Cuplaj cu știft.

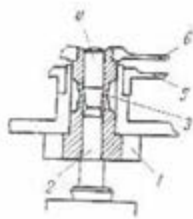


Fig. 80. Cuplaj cu bucsă.

scop uneori știftul este lovit (turtit) parțial pentru a se obține frecarea dorită.

Sistemul cel mai frecvent utilizat este cel cu bucsă reprezentat în figura 80. Pinionul pătrar 1 este găurit și se montează liber pe axul central (minutar) 2. Teava pinionului pătrar este prevăzută cu o degajare realizată pe suprafața exterioră, practică în scopul subțierii peretelui.

Prin strivire, în acest loc se formează în interior o proeminență 3 care va freca pe porțiunea conică 4 a axului minutar 2. Prin această frecare se realizează cuplajul elastic. Pe teava pinionului pătrar se fixează arătătorul minutar 6, iar arătătorul orar 5 este montat pe bucsa roții orare.

b. **Cadranelui.** Cadranelui este elementul ceasornicului pe care se pot citi ora, minutele și secunde prin poziția indicatoarelor față de reperele cadranelui. În funcție de formă, de materialul întrebunțat și de execuție se cunosc foarte multe variante de cadrane.

În trecut majoritatea cadranelor se executau din cupru, din argint sau emailate. Cadranele emailate prezintă dezavantajul că emailul este sensibil; datorită emailului, cadrul devine destul de gros.

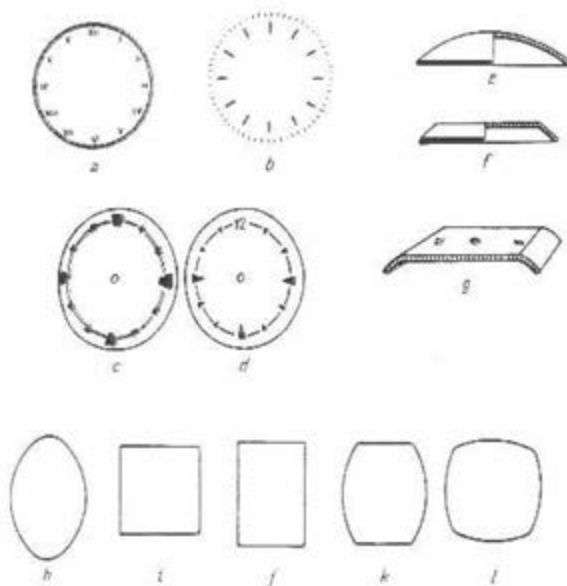


Fig. 81. Forme de cadrane:

a-d — cadrane circulare cu diferite scări gradate; e-g — secțiuni;
h-l — diferite forme de cadrane.

Astăzi cadranele ceasornicilor de mină și de buzunar se execută din metal, de obicei cupru fiind foarte subțire și acoperite galvanic. La cadrul de calitate superioară cifrele sau semnele sint ambutsate în relief sau aplicate.

În figura 81 sint reprezentate câteva modele de cadrane de diferite forme.

De obicei cadranul este prevăzut pe partea inferioară cu două piciorușe care intră în două găuri din platina din față, fiind fixate cu ajutorul a două șuruburi laterale.

Pentru cadranele emailate a fost aplicată și altă soluție și anume ele au fost prinse jur împrejur într-un inel subțire de alamă montat pe platină prin presare, fiind poziționat de către un știft. Cadranele ceasornicelor moderne sînt prevăzute deseori cu o fereastră pentru indicarea datei și eventual a zilei săptămînii: situată de obicei în dreptul cifrei 3.

Pentru a face posibilă citirea orei pe întuneric, se folosesc substanțe luminifore radioactive. O altă soluție aplicată în acest scop, care a devenit posibilă recent prin fabricarea unor acumulatoare foarte mici, constă în iluminarea cadranelor cu ajutorul unui beculeț electric montat ascuns sub inelul geamului care se aprinde prin apăsarea pe un buton lateral, care închide contactul circuitului electric.

c. **Indicatoarele.** Ceasornicele de astăzi au de obicei trei indicatoare și anume: orar, minutar și secundar. Indicatoarele sînt executate din benzi metalice subțiri de oțel sau alamă și au forme foarte variate.

Astăzi indicatoarele se caracterizează prin forme geometrice simple și sînt obținute prin ștanțare (fig. 82, a, b). În trecut ele au fost executate manual și au fost mult mai complicate ca formă (fig. 82, c) (arătătoare Louis XV). În prezent se întîlnesc multe indicatoare cu ferestre mici de forma corelată cu forma exterioară a acestora (fig. 82, d). În această fereastră este fixată vopsea prevăzută cu substanțe radioactive luminoase pentru a permite citirea orei pe întuneric.



Fig. 82. Forme de indicatoare.

Indicatoarele secundare (fig. 82, c) pot fi de două feluri: indicator secundar mic, utilizat la ceasornice prevăzute cu o împărțire separată mică pentru secunde și indicator secundar mare folosit la ceasornice cu secundar central la care împărțirea orară și a minutelor servește și la citirea secundelor. Toate indicatoarele sînt montate pe axele, respectiv bușele corespunzătoare, prin presare.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Din ce elemente este compus mecanismul indicator?
2. Ce raport de transmisie se realizează?
3. Ce tipuri de cadrane cunoașteți? Dar indicatoare?

CAPITOLUL VIII

SCHELETUL MECANISMULUI DE CEASORNIC

Prin scheletul mecanismului de ceasornic se înțelege acea parte a ceasornicului care servește la susținerea tuturor elementelor care compun mecanismul. Forma și dimensiunile scheletului sînt determinate de:

- roțile, pinioanele, axele și echipamentul ceasornicului;
- aranjamentul acestor elemente;
- dimensiunile cadranelor și arătătoarelor;
- forma carcasi.

Scheletul ceasornicelor portabile se compune din: platină, poduri și punți în care sînt montate lagărele, puncte de articulații pentru pîrghii etc. La anumite ceasornice de calitate inferioară și ieftine se întîlnesc și bolțuri sau bușe distanțiere.

Pentru executarea scheletului se folosesc următoarele materiale: alamă, alpaca, nichel, oțel, zinc și aliaje ale metalelor ușoare. Toate aceste materiale înainte de utilizare se prezintă în stare laminată sau trasă și puternic ecruisate. De asemenea, ele trebuie detensionate înainte de prelucrare, pentru a se evita eventualele deformări ulterioare ale scheletului.



Fig. 83. Podurile ceasornicului.

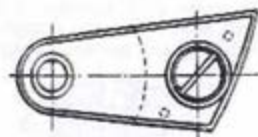


Fig. 84. Puntea balansierului.

Suprafața scheletului este șlefuită și acoperită cu un strat subțire de aur, argint, nichel etc. în vederea protejării împotriva agenților atmosferici și, în același timp, a obținerii unui aspect frumos. La ceasornicele de mină scheletul este format dintr-o platină care este dispusă pe partea cadranelor și servește drept bază pentru toate celelalte poduri sau punți ale scheletului (fig. 83). Podurile sînt fixate de platină prin șuruburi și știfturi pentru asigurarea poziției precise. Poziția podurilor trebuie să fie foarte bine stabilită deoarece orice deplasare laterală produce o deplasare a lagărelor și axele nu mai pot ocupa o poziție corectă. În figura 84 se arată felul de fixare a punții balansierului pe platină. Platină este prevăzută cu găuri filetate în care se înșurubează șuruburile cu cap cilindric. Capul cilindric intră în locul respectiv practicat în punte.

În funcție de forma ceasornicului se deosebesc diferite forme de platine. Podurile de asemenea au foarte multe forme. După felul poziției și formei punților se deosebesc multe soluții constructive.

În figura 85, *a* este reprezentat un schelet sau calibrul circular la care fiecare ax are un pod propriu. La scheletul sau calibrul revolver (fig. 85, *b*) podul casei (mecanismul motor) are forma asemănătoare cu un revolver.

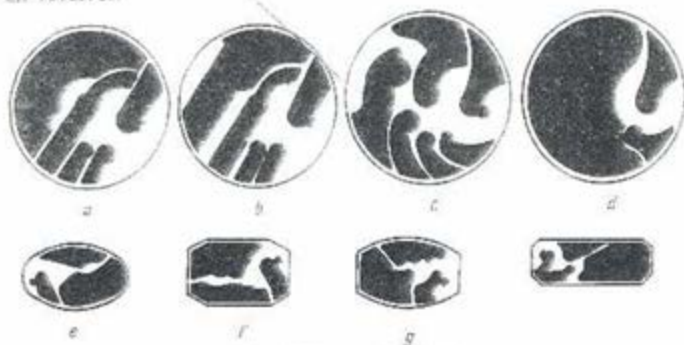


Fig. 85. Forme de poduri.

În figura 85, *e* aranjarea podurilor este aproximativ radială. În figura 85, *d* este reprezentată situația la care toate axele, exceptând roata ancoră și balansierul, sînt așezate sub un singur pod care acoperă circa 3/4 din suprafața mecanismului.

Figurile 85, *e*, *f*, *g* și *h* reprezintă dispoziții de poduri folosite la mecanisme de ceasornice de formă deosebită de cea circulară.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care este rolul platinei?
2. Din ce material se execută?
3. Cum se fixează podurile?

CAPITOLUL IX

CARCASA CEASORNICELOR

Mecanismul ceasornicelor trebuie montat într-o carcasă care să-l ferească de praf, umezeală etc. În același timp carcasa oferă posibilitatea obținerii unor forme variate și atractive de ceasornice determinate de modă și de preferința cumpărătorilor.

În figura 86 este reprezentat un ceasornic de buzunar modern.

Mecanismul ceasornicelor de buzunar are de obicei diametrul cuprins între 37 și 50 mm și înălțimea între 4 și 6 mm. Succesele dobîndite în construcția ceasornicelor au permis executarea unor ceasornice de dimensiuni mai reduse, de exemplu ceasornicele de mină, a căror funcționare corectă nu poate fi influențată în mod esențial de mișcările brațului. De aceea ceasornicele de mină înlocuiesc din ce în ce mai mult ceasornicele de buzunar.



Fig. 86. Ceasornic de buzunar.



Fig. 87. Ceasornice de mină.

Mecanismul unui ceasornic de mină pentru bărbați este de obicei circular avînd un diametru de 30 mm, montat într-o carcasă circulară, pătrată, dreptunghiulară. De urechile carcasei este fixată o bandă metalică sau din piele care servește la fixarea ceasornicului pe braț (fig. 87, *a*). Spre deosebire de ceasornicele de mină pentru bărbați, cele pentru femei au un mecanism mai mic, cu diametrul uneori numai de 10–15 mm (fig. 87, *b*).

Ceasornicele de dimensiuni mici cunosc o serie întreagă de execuții în care se combină ceasornicul cu obiecte de bijuterie. În figura 87, *c* este reprezentat un ceasornic pentru femei caracterizat printr-o carcasă executată din aur gravat și cizelat, avînd o brățară parțial sau complet acoperită cu ornamentații. În mod asemănător există ceasornice bogat ornamentate fixate de lanțușoare sau montate chiar într-un inel.

a. Carcasa ceasornicelor de buzunar. Carcasa ceasornicelor de buzunar (fig. 88) se compune din următoarele părți principale: partea centrală 1 în care este fixat mecanismul, inelul mijlociu 2, capacul din spate 3 completat uneori cu un capac special de protecție împotriva prafului 4 și inelul cu geamul din fața cadranelui 5. În dreptul axului remonter este lipit etrierul constînd din capul 6 și gîtul 7 și buca 8. Capul etrierului poartă veriga 9. Capacele, precum și inelul port geam, sînt fixate de obicei prin balama-parnier care permite o deschidere ușoară.

Ceasornicele de buzunar moderne se caracterizează printr-un geam cât se poate de mare și o grosime cât mai mică a ceasornicului. Cifra 12 este în direcția axului remontor. Acest gen de carcasă numit și carcasa Lepin a fost cel mai întrebuițat înainte de folosirea pe scară largă a ceasornicelor de mină și este utilizat și astăzi atât pentru ceasornicele de buzunar cât și pentru ceasornicele suspendate de lăntșoare și broșe.

În funcție de forma și dimensiunile părții centrale față de capac și inelul port geam se deosebesc mai multe tipuri de carcase. În figura 89

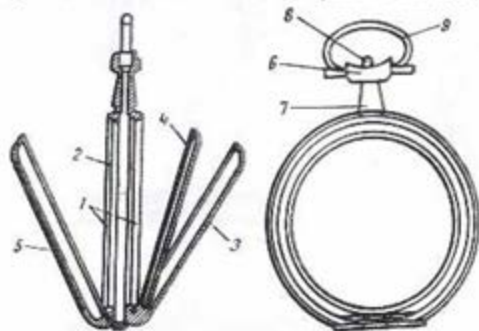


Fig. 88. Carcasa ceasornicului de buzunar.

sînt arătate doar cîteva din multitudinea de forme utilizate. Carcasele ceasornicelor de buzunar prevăzute în față cu un capac care acoperă geamul și care se deschide prin apăsarea coroanei axului remontor se numesc carcase-Sawonette. La acestea cifra 12 a cadranului se află pe o direcție perpendiculară pe direcția axului remontor.

b. **Carcasa ceasornicelor de mină.** Ca și la ceasornicele de buzunar, din punctul de vedere al formei și dimensiunilor se întîlnește o varietate foarte mare de tipuri de carcase. Cel mai frecvent se întîlnește forma circulară (fig. 90, a), și forma dreptunghiulară (fig. 90, b).

De obicei carcasa ceasornicelor de mină este compusă din trei părți distincte (fig. 91, a): partea centrală 1, inelul portgeam 2 și capacul 3. Acestea sînt asamblate prin presare. Mecanismul este fixat în partea centrală. În figura 91, b este dat alt tip de carcasă, alcătuită din numai două părți: carcasa propriu-zisă 1 în care este fixat geamul și capacul 2.

La ceasornicele etanșe carcasa este rotundă și formată din două părți; capacul se înșurubează în carcasă între ele existînd o garnitură de etanșare.

Fiecare carcasă (fig. 92) este prevăzută în ambele părți cu două coarne 1 în care se montează un știft 2 de care sînt fixate cele două jumătăți ale brățării. La ceasornicele mai vechi acest știft a fost fixat rigid de coarnele carcasei prin lipire. Astăzi aceste știfturi sînt demontabile.

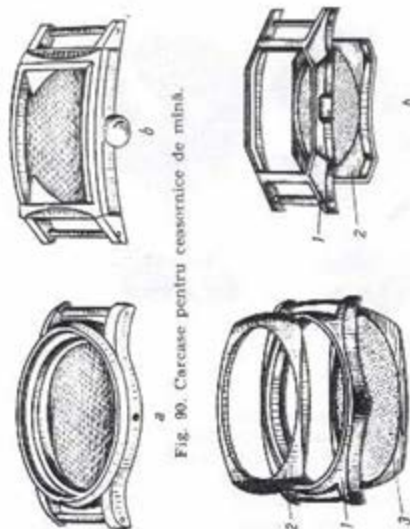


Fig. 90. Carcase pentru ceasornice de mină.

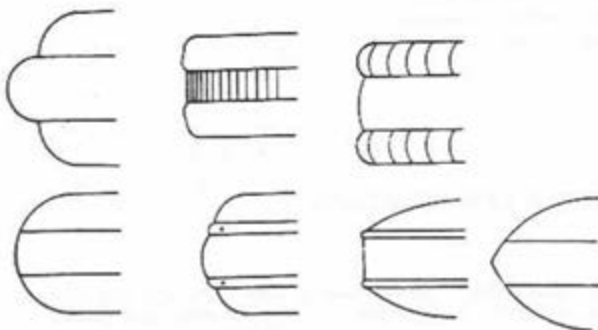


Fig. 91. Părțile carcasei.

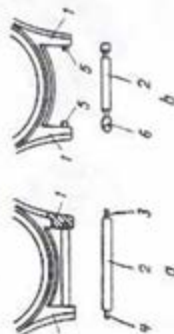


Fig. 92. Dispozitivul de fixare a curelei.

Fig. 89. Tipuri de carcase pentru ceasornice de buzunar.

Știftul este prevăzut cu două cepuri din care unul 3 formează corp comun cu știftul 2, iar celălalt 4 este mobil (în sensul axial), știftul 2 fiind găurit în această parte iar cepul sprijinindu-se pe un arculeț introdus în această gaură. La montare și demontare acest cep mobil este împins înspre interior și astfel știftul se poate scoate din coarnele carcaseti (fig. 92, a). Evident coarnele în acest caz sînt prevăzute cu o gaură.

Uneori se aplică și o soluție inversă adică în coarnele carcaseti sînt montate două cepuri 5 iar știftul este prevăzut cu două bușe, din care una 6 este mobilă (fig. 92, b).

Pentru executarea carcaselor se utilizează diferite aliaje cu bronz, alamă, alpacă și anumite aliaje de turnat sub presiune. Aceste aliaje în contact cu atmosfera se oxidează și deci trebuie acoperite pe cale galvanică cu nichel sau crom. Alte materiale cum ar fi aurul, argintul, materiale plătate cu aur, oțeluri inoxidabile utilizate la executarea carcaselor ceasornicelor scumpe, prezintă avantajul că nu sînt oxidabile și își păstrează aspectul frumos timp îndelungat.

INTREBĂRI NECAPITULATIVE

1. Care este rolul carcaseti?
2. Din ce părți se compune carcasa la ceasornicele de buzunar? Dar la cele de mină?
3. Care sînt materialele utilizate pentru carcase?
4. Cite sisteme de fixare a brățării (curelei) se cunosc?

CAPITOLUL X

DEMONTAREA ȘI CURĂȚIREA CEASURILOR DE BUZUNAR ȘI DE MINĂ

1. Demontarea

a. Deficiențe exterioare. Încă înainte de a se trece la demontarea (deschiderea carcaseti) se pot constata o serie de deficiențe care permit formarea unei imagini asupra lucrărilor de reparații necesare. Astfel se va verifica dacă axul remontror nu este blocat (intepenit) în carcasa, dacă coroana nu are o bătaie radială prea mare sau dacă mecanismul cu clichet nu funcționează corect.

În continuare se va trece coroana axului remontror pe poziția de reglare a indicatoarelor. Cu această ocazie se poate observa dacă cuplarea

pe poziția de reglare a indicatoarelor se face ușor, fără intepeniri și dacă se menține această cuplare și în timpul rotirii coroanei. De asemenea se va constata dacă cuplajul cu fricțiune asigură o frecare corespunzătoare, dacă indicatoarele se ating între ele sau ating geamul sau cadranul. În ipoteza că indicatorul minutar în timpul rotației se distanțează într-o parte mai mult de cadran, apropiindu-se în partea opusă, se poate trage concluzia că teava (bucșa) minutară sau pinionul pătra: sînt așezate înclinat.

La această verificare se va observa de asemenea dacă carcasa este închisă suficient de bine, dacă geamul este încă bun sau prezintă multe zgîrieturi sau chiar crăpături și dacă este fixat suficient de bine în rama lui și dacă rama este bine fixată pe partea centrală a carcaseti.

Acestea au fost doar unele indicații; observările pot fi mai detaliate și depind și de starea generală a ceasornicului care trebuie reparat.

b. Demontarea. În timpul demontării se va continua observarea atentă a tuturor pieselor în vederea depistării defectelor. În primul rînd se va deschide carcasa prin scoaterea capacului. Pentru această operație se va folosi un cuțit special (fig. 93) dacă ceasornicul respectiv este obișnuit sau o cheie specială în cazul ceasornicelor etanșe (antiacvatice) la care capacul este înșurubat. Folosirea acestor scule este obligatorie deoarece șurubelnițele sau alte scule improvizate produc inevitabil zgîrieri la carcasa sau capacului. Cuțitul se va introduce între capac și carcasa în dreptul unei mici degajări practicate în acest scop în capac și, prin rîstucirea lui, capacul se va desprinde. Se verifică dacă: roata oscilatoare nu atinge marginea carcaseti, capacul montat atinge cumva podul balansierului sau pînionul (butucul) arcului spiral sau șurubul acestuia nu apasă capacul pe cepul axei minutare provocînd trîncarea acestuia.

La ceasornicele obișnuite adică la acelea la care carcasa este ținută din trei bucăți se va îndepărta acum rama geamului în mod asemănător cu și în cazul capacului din spate. Aici se verifică: montarea indicatoarelor, distanța dintre indicatoare, respectiv între indicatoare și cadran, dacă cadranul este fixat corect și sigur, dacă bucșa arătătorului nu freacă de marginea găurii din cadran, dacă cadranul este montat centric sau este deplasat într-o parte, dacă nu s-au desprins particule de email. După aceste verificări se demontează indicatoarele folosindu-se pensete speciale pentru indicatoare. În continuare se slăbește șurubul care fixează axul remontror și se scoate axul din mecanism. Apoi se scot șuruburile care fixează mecanismul în carcasa și se scoate mecanismul din carcasa. Acum se observă dacă: există părți rupte, compasul de reglare nu se depășește prea ușor, roata oscilatoare are o bătaie radială sau axială inadmisibilă, plăcuța de acoperire este fixată corect.

Se scot șuruburile care fixează lateral piciorușele cadranului și se îndepărtează cadranul. Acum se poate urmări îndeaproape funcționarea mecanismului remontror. Se controlează apoi și funcționarea eșapamentului, dacă starea de curățenie generală a ceasornicului permite acest lucru.



Fig. 93. Cuțit pentru deschiderea capcaseti.

Se trece la slăbirea arcului motor. În acest scop coroana se va ține cu degetele mâinii drepte, iar cu ajutorul unei pensete ținute în mina stângă se scoate clichetul din dinții roții casetei. Destinderea arcului se realizează prin rotirea lentă a coroanei în sens contrar armării, astfel încât arcul să nu se destindă instantaneu. Este recomandabil ca arcul să mai păstreze o anumită tensiune și în această stare se verifică jocurile — axial și radial — ale tuturor axelor. În continuare se va demonta podul balansierului slăbindu-se și șurubul lateral care ține butucul (pitonul) arcului spiral. Totodată se va scoate arcul spiral din cheia compasului de reglare.

Pentru a se evita deformarea arcului spiral, după demontarea podului balansierului se scoate axul balansierului, se demontează rola arcului spiral împreună cu arcul spiral și se pun în benzinieră pentru curățire. De asemenea se va demonta plăcuța de acoperire și se introduce tot în benzinieră.

Se demontează podul furcii-ancoră împreună cu axul ei și se introduce de asemenea în benzinieră.

Acum se poate executa un control preliminar al angrenajelor. În cazul în care se bănuiește că un angrenaj nu funcționează corect, după demontare, această pereche de roți se va verifica separat. De pe partea cadrului se demontează roata orară și roata schimbătoare. Se demontează podul sau podurile (în funcție de tipul ceasornicului) roților mecanismului de transmisie și se introduc și aceste roți în benzinieră. La scheletul din față se demontează plăcuța acoperitoare. Urmează demontarea roții casetei care este montată pe partea pătrată a axului motor și fixată printr-un șurub axial. La scoaterea acestui șurub se va proceda cu precauție, deoarece de multe ori șurubul este prevăzut cu filet sting, și la o forțare prea mare (neținându-se seamă de sensul de deșurubare) i se poate rupe capul.

La demontarea casetei se va apăsa, de exemplu, cu minerul de lemn al periei, capătul axului motor înspre capacul casetei care va ieși din canalul (degajarea) casetei. Urmează scoaterea capătului interior al arcului de pe gheara axului, permițându-se prin aceasta scoaterea axului motor precum și a arcului. Arcul se scoate din casetă în felul următor: se prinde spira interioară cu penseta și se scoate spiră după spiră împiedicând sărirea instantanee a arcului din casetă. Se vor introduce toate piesele demontate în benzinieră cu excepția arcului motor, care se șterge doar cu o cârpă îmbibată cu benzină.

La demontare, mecanismul va fi așezat (sprijinit) pe un suport de mărime potrivită. Printre cele mai bune suporturi pentru mecanisme de diferite calibre, trebuie considerată garnitura de inele de lemn formată din 6—8 bucăți (fig. 94).

Platina și podurile ceasornicelor fiind acoperite pe cale galvanică cu aur, argint, nichel etc. vor fi atinse cu grijă cu penseta pentru a nu le provoca zgîrieturi. Se va evita atingerea lor cu mina deoarece astfel ar putea să apară pete care dăunează aspectului.

Șuruburile fiind diferite ca formă, dimensiuni, filet și lungime, pentru a se evita încurcările lor în timpul asamblării, se recomandă așezarea lor într-o anumită ordine, sau chiar pe un suport plăcă cu diferite găuri.

La deșurubarea și înșurubarea șuruburilor, partea de lucru a șurubelniței trebuie să fie în stare bună, lățimea ei trebuie să fie egală, sau puțin mai mică decât diametrul capului șurubului. Pentru a se deșuruba diferite șuruburi este necesar ca ceasornicarul să dispună de 6—8 șurubelnițe cu lame de diferite grosimi și lățimi. Poziția corectă a șurubelniței în timpul lucrului este arătată în figura 95.



Fig. 94. Garnitură de suporturi inelare.

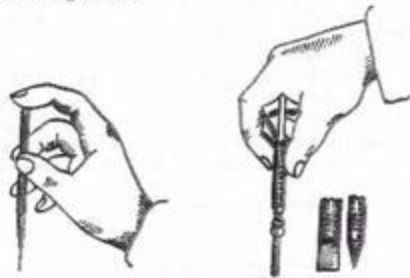


Fig. 95. Lucrul cu șurubelnița.

Podurile și punțile de pe platină se scot cu ajutorul unei pensete sau al unei șurubelnițe introdusă în țesitura lunguiată sau pătrată care se află în partea de jos a podului, lateral sau în spate. Este suficientă o singură apăsare în jos prudentă cu penseta sau șurubelnița pentru a slăbi știfturile punții și a le scoate din găurile platinei. Cele arătate sînt valabile atît pentru ceasornice cu eșapament ancoră cit și pentru cele cu eșapament cilindru. Ultima operație de demontare constă în demontarea roții eșapamentului.

2. Curățirea ceasornicelor

Toate piesele ceasornicului (cu excepția arcului motor) se introduc în benzinieră, cele grele jos, cele ușoare sus. Arcul spiral, roata oscilatoare și furca se recomandă a fi curățite fie într-un vas separat, fie înainte de curățirea celorlalte piese, pentru a nu fi deteriorate de piese mai grele și pentru a avea un mediu de curățire cit mai curat. Totodată se recomandă ca vasul respectiv să fie acoperit cu un capac sau clopot de sticlă. Ca mediu de curățire se folosește benzina curată, tricloretilena sau toluolul.

De obicei cufundarea pieselor în benzină nu este suficientă pentru curățirea și dizolvarea completă a uleiului uscat. Din această cauză se recomandă ca curățirea să fie însoțită de o periere cu o perie cu păr moale sau cu o pensulă.

După curățire, piesele se vor așeza pe o cârpă sau hirtie fără firicele (scame) pentru ca substanțele volatile să se evapore, iar după aceasta se pun pe suprafața curată a mesei de lucru. Cu bețisoare de lemn de esență tare (Putzholz) se vor curăți pinioanele, lagărele, adincirile pentru ulei, precum și găurile din pietre. Cepurile fusurilor precum și suprafețele

active ale paletelor se vor curăți cu măduvă de soc care se va scurta în permanentă prin tăierea porțiunii murdare. Părțile lustruite prin frecare cu măduvă de soc sau piele fină devin din nou lucioase.

Dacă trebuie să se prindă o piesă cu mina, aceasta se face totdeauna cu hirtie de mătașă pentru a se evita contactul direct al degetelor cu piesa.

Periile întrebuintate la curățire trebuie să fie din cind în cind spălate în apă cu săpun sau benzină. După spălarea lor în apă cu săpun, ele vor fi clătite în apă curată sau spirit. Pentru uscare periile vor fi astfel suspendate ca părul să fie îndreptat în jos. După aceasta periile trebuie curățite cu praf de cretă pentru a se îndepărta orice urmă de unsoare. Deoarece creta formează o pastă de șlefuit care poate distruge acoperirile pieselor (în special aurirea), praful de cretă care rămâne în păr trebuie neapărat îndepărtat prin perierea unei bucăți de hirtie pusă pe muchia mesei. Dacă curățirea periei se face în benzină, ea se va curăți definitiv prin perierea pe un os.

Deoarece la spălarea în benzină mai rămâne un strat foarte subțire de grăsimi pe piesă, se recomandă o clătire în toluol. O soluție de apă (5 părți) cu hidroxid de amoniu (2 părți) și acid gras (3 părți) în stare încălzită însă fără a fierbe, are un efect de dizolvare a grăsimilor mult mai bun. De aceea se recomandă ca piesele foarte murdare să fie curățite cu această soluție. În acest scop piesele vor fi înșirate pe un fir sau pe o sîrmă subțire și se mențin timp de 10—20 min în această soluție. După scoatere se clătesc în apă curată, care la rindul ei se îndepărtează prin spălarea în spirit. Pentru uscarea pieselor se recomandă mai puțin folosirea rumegușului, ci mai mult uscarea cu aer cald.

În nici un caz nu se admite curățirea părților acoperite cu lac în soluții de săpun. Pentru acestea materialul cel mai bun de curățire este benzina.

Arcurile spirale foarte murdare (cu ulei uscat) se vor fierbe într-un vas mic cu o soluție de săpun. Dacă totuși se păstrează efectul de lipire al spiralor, ele se vor cufunda în eter.

Acul motor, după ce a fost șters cu cîrpă cu benzină, se va unge tot cu cîrpă cu ulei sau vaselină.

În ultimul timp pentru curățirea ceasornicelor portabile se folosesc tot mai mult mașini de curățat. În aceste mașini piesele sînt așezate în niște coșulețe speciale, separat piesele mai sensibile și mai ușoare față de cele mai mari și mai grele. Aceste coșuri de obicei din sită, sînt cufundate în soluții de spălare unde se rotesc, iar soluția este agitată prin ultrasunete pentru a se mări efectul de curățire. În cazul aparatelor cu ultrasunete soluția de curățire este de obicei tricloretilenă. După operația de curățire, coșul este scos din mediul de spălare și, prin rotire datorită forței centrifuge, urmele de soluție sînt îndepărtate. Urmează o scufundare în mediul de clătire (toluol sau eventual un alcool) care este menținut în permanentă în stare curată prin distilare. Ultima operație este cea de uscare cu aer cald. Avantajul deosebit al acestor mașini constă în faptul că elimină munca de curățire cu așchile de lemn iar piesele pot fi asamblate așa cum se scot din mașină.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sînt verificările care se fac înainte de trecerea la demontare?
2. Ce verificări se fac în timpul demontării?
3. Care este ordinea de demontare?
4. Ce scule se folosesc la demontare?
5. În ce soluții se face curățirea?
6. Cum se curăță diferite piese ale ceasornicului?
7. Care este principiul mașinilor de curățat?

CAPITOLUL XI

REPARAREA MECANISMULUI REMONTOR

Mecanismul remotor este supus la solicitări destul de însemnate. Aceasta este explicația că toate elementele dințate (roți și pinioane) se execută din oțel, ca de altfel și axul remotor.

Defectele mai frecvente la acest mecanism sînt: lipsa coroanei, a coroanei și axului remotor, axul remotor rupt, roți dințate rupte, pîrghii și arcuri rupte. În aproape toate aceste cazuri ceasornicul se va demonta complet și cu această ocazie se va face și curățirea. În unele cazuri se poate executa reparația și prin demontare parțială.

a. **Coroana axului remotor.** Coroana axului remotor trebuie să aibă un anumit diametru corelat cu grosimea carcasi. Astfel, o coroană prea mică face armarea foarte anevoioasă sau uneori armarea nu poate fi făcută complet. Dimpotrivă, la o coroană prea mare armarea se face ușor, în schimb această coroană jenează pe purtătorul ceasului, prezentînd în



Fig. 96. Coroane ale axului remotor.

același timp și inconvenientul că se poate agăța de diferite obiecte și se poate produce astfel smulgerea axului remotor sau îndoirea lui.

În figura 96 sînt date cîteva situații corecte și incorecte. Astfel, în figura 96, a este reprezentată o coroană avînd un diametru corespunzător; coroana din figura 96, b are diametrul prea mic, iar cea din figura 96, c

prea mare. O atenție trebuie acordată și distanței dintre coroană și carcasă. În figura 96, d este reprezentată o coroană care se află la o distanță prea mare.

La ceasornicele de mină trecerea pe poziția de reglare a indicatoarelor se face prin tragerea în afară a coroanei. Din această cauză coroana ceasornicilor de mină se poate fixa pe axul remotor numai prin înșurubare. Sensul de înșurubare trebuie astfel ales încât, la armarea arcului, rotirea coroanei să se facă în sensul înșurubării. Astfel nu apare pericolul deșurubării coroanei. Acest pericol apare numai la reglarea indicatoarelor într-un anumit sens; dacă frecarea cuplajului elastic este mare, deșurubarea devine posibilă mai ales dacă și coroana nu este înșurubată până la umărul axului remotor (fig. 96, e).

La ceasornicele de buzunar, la care trecerea pe poziția de reglare a indicatoarelor nu se face prin tragerea coroanei, există coroane montate prin presare pe o parte pătrată a axului remotor. Coroana trebuie să fie ripsată pe suprafața cilindrică pentru a asigura o prindere mai sigură cu degetele.

b. **Axul remotor.** Cu toate că funcțiile pe care le îndeplinește acest ax par a fi simple, cea mai mică defectare a acestuia va avea efecte negative asupra armării ceasornicului. Cauza principală care duce la uzura pinionului remotor, a pinionului alunecător și la funcționarea defectuoasă a întregului mecanism remotor trebuie căutată în execuția greșită, lipsită de precizie, a acului.

În figura 97 se observă că roata de transmisie 1 ocupă o poziție greșită datorită unui umăr 2 al axului remotor 3 prea mic. Ca urmare a

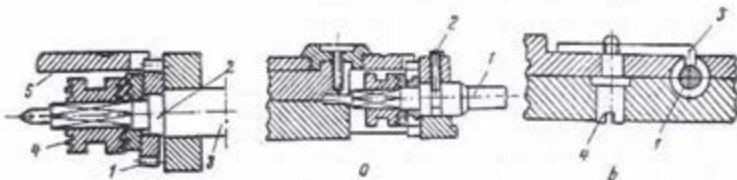


Fig. 97. Defecte la mecanismul remotor.

Fig. 98. Asigurarea axului remotor.

acestui fapt apar uzuri la pinionul alunecător 4 și la roata intermediară 5; soluția trebuie să cuprindă înlocuirea neapărată a axului remotor și înlocuirea elementelor uzate.

În figura 98, a este reprezentat modul cel mai simplu de asigurare a axului remotor 1 prin șurubul 2, al cărui capăt intră într-un canal din ax. Acest canal va avea o lățime corelată cu diametrul șurubului. Cînd șurubul este înșurubat pînă la refuz, virful lui nu are voie să atingă fundul canalului deoarece al blocă rotirea axului, dar trebuie să pătrundă totuși suficient de adînc în canal, deoarece altfel se poate pierde axul împreună cu coroana.

Majoritatea ceasornicilor moderne nu mai folosesc aceste sisteme de asigurare, ci sînt echipate cu o pîrghie de comutare pe poziția de reglare

a indicatoarelor, care asigură printr-un cioc 3 axul remotor (fig. 98, b). În pîrghie este înșurubat șurubul 4 cu umăr care trece prin platină și puntea casetei, iar ciocul 3 intră în canalul din axul remotor. Șurubul 4 trebuie să nu atragă pîrghia pe platină deoarece ar fi împiedicată rotirea liberă a pîrghiei. Această soluție este bună însă prezintă dezavantajul că șurubul 4 are un cap mic cu o creștătură foarte îngustă și deci nu rezistă la suprasolicitări.

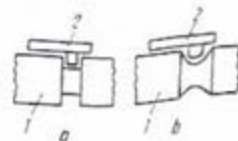


Fig. 99. Canale în axul remotor.

În figura 99, a este reprezentată forma corectă a canalului din axul remotor 1 și a ciocului pîrghiei 2, iar în figura 99, b, forma incorectă a acestor elemente.

În vederea înlocuirii unui ax remotor, trebuie mai întîi stabilite dimensiunile. Dacă acest ax este rupt se va măsura fiecare cotă în parte cu precizie cit mai mare. În cazul în care acest ax este pierdut fiecare porțiune trebuie ajustată pentru piesele ce se montează pe acest ax res-

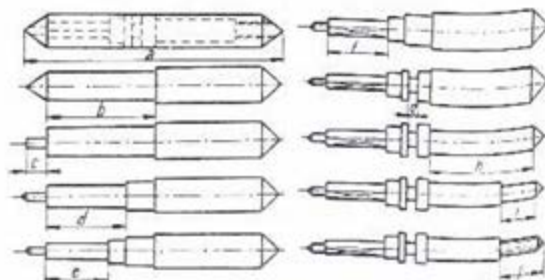


Fig. 100. Confecționarea axului remotor.

pectîndu-se ordinea de operații indicată în figura 100. Fazele de lucru sînt următoarele:

- strunjirea semifabricatului;
- strunjirea părții care va intra în interiorul carcasei;
- strunjirea capului scurt;
- strunjirea umărului pentru pinionul remotor;
- strunjirea treptei pentru pinionul alunecător;
- pilirea sau frezarea părții pătrate;
- strunjirea canalului pentru asigurarea axului;
- strunjirea jumătății exterioare;
- strunjirea părții din ax unde se va executa filetul;
- filetarea părții pentru coroană.

Drept material se recomandă a se folosi oțelul carbon pentru scule (OSC 7).

Dacă dimensiunile axului remotor nu sînt cunoscute cu precizie, se recomandă ca filetarea să fie făcută înainte de strunjirea canalului. Capătul axului din partea filetată se va țese pentru ca coroana să se înșurubeze pînă la capăt și să fixeze (stringă) bine. La ceasornicele de mină în carcasă este o bucă de protecție care împiedică pătrunderea prafului în mecanism. În figura 101 este reprezentat un ax remotor cu coroana și buca de protecție.

c. **Roțile și pinioanele mecanismului remotor.** Deși roțile mecanismului remotor nu reprezintă elemente care să influențeze direct asupra funcționării ansamblului format de mecanismul motor, mecanismul de transmisie, eșapament, mecanismul regulator și mecanismul indicatoarelor, totuși importanța lor în ceasornic este mare. La mecanismul remotor numărul de elemente dîntate variază între 4 și 8, depinzînd de soluția constructivă și de calibrul ceasornicului.

1) **Pinionul sau roata de transmisie** (fig. 102). Acest pinion 1 angrenează cu roata intermediară 2. Datorită uzurii, angrenarea între aceste piese se înrăutățește și chiar pot „scăpa” dinți în timpul armării. Cauza trebuie căutată fie la uzura dinților în angrenare, fie la uzura axului pe care se rotesc. Remedierea acestei deficiențe se poate realiza prin înlocuirea plăcuței (rondelei) 3 astfel încît roata de transmisie să se apropie de roata intermediară.

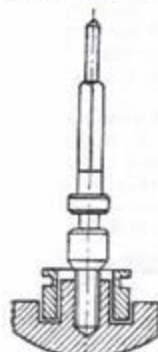


Fig. 101. Axul remotor cu coroană și bucă de protecție.

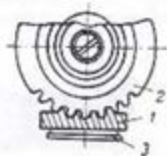


Fig. 102. Roata de transmisie a mecanismului remotor.

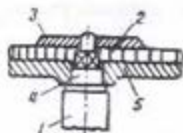


Fig. 103. Roata casetei.

2) **Pinionul alunecător 4** (v. fig. 97) este supus la solicitări destul de importante în special în timpul armării. Acest pinion alunecă liber pe partea pătrată a axului remotor. Alunecarea trebuie să se facă ușor, însă fără joc exagerat, atît în timpul schimbării coroanei de pe poziția de ar-

mare pe cea de reglat indicatoarele, cît și la armare în timpul cînd coroana se rotește în gol.

Dinții oblici ai acestui pinion nu pot fi reparați dacă prezintă o uzură prea mare, însă de multe ori pinionul uzat mai poate fi folosit dacă se înlocuiește vechiul ax remotor (pe care pinionul are un joc prea mare) cu unul nou la care jocul pe partea pătrată să fie minim.

3) **Roata intermediară 2** (v. fig. 102) se rotește pe o bucă specială de oțel sau pe un prag frezat al punții. Ea trebuie să se rotească absolut liber, cu un joc minim. De multe ori la această roată se rupe unul sau chiar mai mulți dinți. Dacă nu există o piesă de schimb se înlocuiește dinții ruși prin procedeele cunoscute.

4) **Roata casetei** (fig. 103). Roata casetei 2 este montată pe pragul pătrat al axului motor 1. Fixarea roții se realizează fie printr-un șurub care intră în gaura filetată practică în capătul axului, fie printr-o plăcuță 3 care se înșurubează pe filetul exterior al axului. Dacă pragul este înalt în raport cu grosimea roții, roata va prezenta o bătaie frontală. Mișcarea nu se mai face într-un plan paralel cu puntea (podul) casetei, existînd chiar pericolul ca angrenarea cu rola de transmisie să nu fie permanentă (dinții unei roți alunecînd pe o anumită zonă dedesubt sau deasupra celei de la roata conjugată). Această bătaie frontală se poate observa și prin urmele lăsate pe pod de dinții roții. Pentru eliminarea acestei deficiențe trebuie asigurată o poziție corectă a roții casetei pe axul motor. Cepul axului motor 4 trebuie să fie atît de lung încît să străbată întreaga grosime a punții 5, deoarece în caz contrar, la stringerea șurubului sau a plăcuței 3, roata casetei va fi strînsă pe punte, ceea ce va face imposibilă rotirea ei și, deci, armarea arcului nu se poate realiza.

În privința reparării danturii acestei roți rămîn valabile procedeele cunoscute.

5) **Roata de reglare a indicatoarelor**, în general, nu prezintă necesitatea unor reparații deoarece ea transmite momente mici, determinate de valoarea frecării din cuplajul de legătură dintre mecanismul de transmisie și mecanismul indicator.

6) **Pirghia comutatoare și arcu pirghiei** au un rol important în funcționarea corectă a mecanismului remotor. Dacă aceste elemente nu asigură o angrenare pe toată înălțimea dinților, la angrenajele cu dantură frontală apare o uzură prematură a acestei danturi atît la pinionul alunecător cît și la roata de transmisie sau la roata de reglare a indicatoarelor.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sînt defectele mai frecvente ale mecanismului remotor?
2. De ce trebuie ținut seamă la înlocuirea coroanei?
3. Cum se execută un ax remotor?
4. Ce defecte apar la roata de transmisie, pinionul alunecător și intermediară?
5. Cum se înlătură aceste defecte?
6. Care sînt neajunsurile mai frecvente la roata casetei și cum se remediază aceste defecte?

REPARAREA MECANISMULUI MOTOR

Momentul motor dezvoltat de arc este relativ mic. Dacă din valoarea acestui moment se mai pierde prin întepenia arcului în casetă sau aşezarea incorectă (cu joc prea mare sau prea mic) a casetei pe axul motor, ceasornicul nu va funcţiona în condiţii optime şi precizia lui de funcţionare va fi mică. Iată de ce este necesar ca la repararea ceasornicului să se acorde atenţia cuvenită mecanismului motor.

a. **Arcul motor.** Capătul interior al arcului este fixat la toate ceasornicele în acelaşi fel. Axul motor prezintă o gheară (frezată sau obţinută prin înşurubarea unui ştift) de care se prinde capătul interior al arcului prevăzut cu un orificiu dreptunghiular. Acest orificiu poate fi pilit, ştanţat sau perforat cu un cleşte special în zona decălită a arcului. Această zonă trebuie să fie suficient de lungă, iar trecerea de la zona decălită la cea călită să se facă treptat.

La ceasornicele de mină şi de buzunar capătul exterior al arcului are una din formele arătate în figura 7, c, e sau f. Prin utilizarea acestor forme de capăt de arc se asigură o desfăşurare mai concentrată a arcului în casetă.



Fig. 104. Formele capătului exterior al arcului.

În figura 104 este reprezentat procesul tehnologic de executare a dispozitivului de fixare. Capătul arcului încălzit la flacăra unei lămpi cu spirit se îndoaie în formă de ochi. Se continuă încălzirea pînă la roşu şi se turteşte ochiul cu un cleşte, introducîndu-se în prealabil între arc şi capătul îndoit o altă bucată de arc. Se îndepărtează prin tăiere cu ferăstrăul sau prin pilire restul din capătul îndoit astfel încît să rămînă o porţiune foarte scurtă de maximum 1 mm. Din restul capătului tăiat sau dintr-o altă bucată tăiată anterior se execută o porţiune de o lungime, 1/3 din diametrul casetei şi se ajustează la capete pentru a intra sub partea îndoită.

În majoritatea cazurilor arcul se rupe la partea interioară deoarece acolo raza de curbura este mai mică. Dacă s-a rupt o porţiune foarte scurtă, arcul vechi poate fi folosit din nou cu condiţia ca capătul să fie executat în conformitate cu cele arătate mai sus. Dacă arcul trebuie înlocuit şi se dispune de arcuri de rezervă pentru marca şi calibrul respectiv, problema se poate rezolva foarte simplu.

În ipoteza că nu se cunosc dimensiunile arcului, acestea vor trebui determinate folosindu-se relaţiile indicate la capitolul III, 2 „Legile casetei”. În orice caz lăţimea arcului trebuie să fie cu 0,1 mm mai mică decît distanţa dintre fundul casetei şi capac. Grosimea arcului se stabileşte în funcţie de diametrul casetei, conform relaţiilor (7), iar lungimea arcului

conform relaţiei (14). În afara acestor relaţii mai există relaţii empirice pentru calculul rapid:

— pentru ceasornice rotunde:

$$s = \frac{D}{200} - (0,01 \dots 0,02) \quad (20)$$

D fiind diametrul calibrului;

— pentru ceasornice deşteptătoare dreptunghiulare:

$$s = \frac{D}{200} + (0,02 \dots 0,03) \quad (21)$$

D fiind diagonala calibrului.

La montarea arcului în casetă se recomandă ca acesta să nu fie atinsă cu mîna, ci montarea să se facă prin înfăşurarea arcului cu un dispozitiv simplu într-un tambur care să aibă diametrul exterior cu ceva mai redus decît diametrul interior al casetei iar miezul să nu fie mai mic decît diametrul axului motor. După înfăşurare în tambur, acesta se introduce în casetă şi arcul se împinge cu o tijă în casetă în timp ce tamburul se scoate. Înainte de montare arcul se va unge cu ulei nr. 4 sau vaselină.

b. **Caseta.** La casetă se vor întîlni următoarele defecte mai frecvente: dinţii rupţi, gheara ruptă, gaura centrală uzată. Ruperea dinţilor se produce de obicei la ruperea arcului. Înlocuirea dinţilor rupţi se execută cu procedeele arătate în volumul pentru anii I şi II. Gaura puţin uzată se stringe cu un poanson, eventual din ambele părţi şi apoi se poate face rojarea găurii pe o tijă netedă conică de oţel. Dacă gaura prezintă o uzură pronunţată, caseta se va repara prin montarea unei buce. În acest caz trebuie să se controleze bătaia casetei după bucare.

Gheara casetei care nu mai poate fi utilizată nu merită a fi reparată, ea va fi eliminată şi înlocuită cu o gheară nouă. Noua gheară se va înşuruba în peretele casetei. Bineînţeles că gheara trebuie să prezinte forma corectă. O altă soluţie constă în executarea ghearei direct în peretele casetei folosindu-se un cleşte special (fig. 105). Cu ajutorul şurubului 1 se reglează înălţimea ghearei, iar cu poansonul 2 se presează gheara în ma-

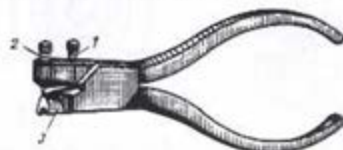


Fig. 105. Cleşte pentru presarea ghearei în casetă.

trita 3. Se recomandă ca înainte de a se executa gheara în casetă să se verifice înălţimea reglată prin executarea ghearei într-o bucată de alamă.

c. **Capacul casetei.** Un capac care nu stă fix în casetă se ciocăneşte puţin la margine pe o nicovală pentru întinderea materialului, se fixează pe un dorn şi se strunjeşte pînă cînd intră corect şi strîns în degajarea din casetă. Gaura centrală largă se remediază în acelaşi mod ca şi la casetă.

d. **Axul motor.** Defecțiunea specifică este o gheară uzată. La înlocuire se va fixa un știft de oțel în axul motor prin presare sau înșurubare, iar după aceasta prin pilire se dă forma necesară ghearei.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Cum se execută înlocuirea arcului motor?
2. Cum se determină dimensiunile arcului?
3. Ce operații de reparare se întindesc la casetă, capacul casei și axul motor?

CAPITOLUL XIII

REPARAREA MECANISMULUI DE TRANSMISIE

Repararea fusurilor, înlocuirea cepurilor rupte și repararea lagărelor metalice, care au fost tratate în volumul I pentru anii I și II la capitolul Repararea ceasornicilor pendul, au perfectă aplicabilitate și la ceasornicele portabile, singura deosebire constând în dimensiunile mult mai reduse. În cadrul acestui capitol nu se revine asupra lor, ci se insistă mai mult asupra problemelor specifice ale ceasornicilor de buzunar și de mină.

1. Lagărul cu piatră

La pietrele montate prin bordurare, piatra este fixată datorită unui sirat (marginii) subțire rășfrint (bordurat) peste piatră. Sistemul elvețian se caracterizează prin bordurarea din exterior, adică piatra este sprijinită din partea interioară (partea fusului). În acest fel piatra privită din exterior apare foarte aspectuoasă și mare. În figura 106, a jumătatea din dreapta prezintă situația după bordurare, iar cea din stânga situația înainte de bordurare. Dezavantajul acestui sistem constă în aceea că la înlocuirea unei pietre sparte cu una nouă care diferă eventual ca grosime de prima se va produce inevitabil o modificare a jocului axial. Astfel, de exemplu, dacă noua piatră este mai groasă decât cea înlocuită, jocul axial se reduce sau se anulează în întregime.

În vederea eliminării acestui dezavantaj la sistemul Glasshütte (fig. 106, b) piatra este sprijinită din partea exterioară, iar bordurarea se face din partea interioară, adică tocmai invers decât la sistemul elvețian. Chiar dacă acest sistem este mai puțin aspectuos — piatra strălucește mai puțin, oferă însă avantajul că la înlocuirea pietrei, jocul axial nu se

schimbă chiar dacă noua piatră diferă ca grosime de cea înlocuită. Pentru a putea varia jocul axial al fusului s-a născut ideea montării pietrei într-o bucă (șaton) care se presează în gaura din podul roții respective (fig. 106, c). În șaton piatra poate fi montată prin unul din cele trei sisteme de bordurare sau chiar presată. La fixarea pietrei în șaton, nu se utilizează sistemul Glasshütte, fiind preferat sistemul elvețian.



Fig. 106. Lagăre cu piatră.

O aplicare largă la montarea pietrelor în șaton o are sistemul englez. Acest sistem este asemănător cu cel elvețian, cu deosebirea că degajarea practică în scopul obținerii marginii pentru bordurare se îndepărtează după bordurare prin strunjire. Aceasta înseamnă că suprafața interioară a bucei este în dreptul suprafeței pietrei. Prin aceasta se creează impresia că ar fi o piatră montată prin presare și nu prin bordurare.

Pietrele montate prin presare permit o reglare ușoară a jocului axial. Ele se montează fie direct fie în șaton care se fixează fie prin presare, fie cu șuruburi.

În figura 107 se arată fazele de execuție a unei buce (șaton) pentru lagăre tip elvețian. Prima operație (fig. 107, a) constă în realizarea unei găuri cu burghiul având un diametru cu 0,2—0,3 mm mai mic decât diametrul pietrei.

Cu un teșitor plat (fig. 107, b) se teștește locașul propriu-zis pentru piatră. Diametrul obținut trebuie să fie cu ceva mai mare decât diametrul pietrei. Inițial ea trebuie să aibă un joc mic în acest locaș (în nici un caz nu are voie să fie presată) deoarece prin bordurarea ulterioară acest diametrul se va micșora. Această operație mai poate fi făcută și cu ajutorul unui cuțit.

În figura 107, c este indicat modul cum se controlează locașul, folosindu-se lemn (Putzholz).

Pentru pietre nebombate, locașul poate fi considerat terminat. În schimb pentru pietre bombate este necesară executarea teșirii prin strunjire (fig. 107, d).

Urmează apoi executarea unei împunsături cu cuțitul ascuțit în vederea formării peretelui de rășfringere (bordurare) (fig. 107, e). Adâncimea de pătrundere a cuțitului trebuie să fie puțin mai mică decât cea a loca-

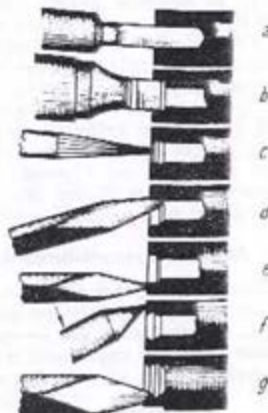


Fig. 107. Executarea locașului pentru piatră.

şului pietrei. Peretele de bordurare astfel format, numit şi guler, trebuie să nu fie prea subţire deoarece la bordurare se poate rupe, dar nici prea gros deoarece se îngreiază bordurarea.

După terminarea peretelui de bordurare, se introduce din nou în locaş piatra fixată pe virful beţişorului, în care în prealabil s-a depus o picătură de ulei pentru a se evita căderea pietrei după scoaterea beţişorului ascuţit.

Bordurarea se execută cu o tijă conică de oţel, sau mai bine de alamă sau alpaca, cu virful uşor rotunjit (fig. 107, f). După bordurare se poate îndepărta o aşchie mică frontală pentru a se obţine un aspect mai frumos.

Piatra fiind fixată se poate executa retezarea. Bucşa retezată se fixează prin lipire cu şelac, astfel încât faţa opusă bordurării să fie îndreptată spre cuţit şi se strunjeşte degajarea pentru ca prin efectul refracţiei razelor de lumină să se obţină un aspect frumos (fig. 107, g). Important este ca la această operaţie să nu se ajungă până la piatră deoarece în acest caz se reduce suprafaţa de sprijin şi aşa destul de mică a pietrei.

La înlocuirea unei pietre montate prin presare se începe întotdeauna cu îndepărtarea pietrei sparte care se împinge afară din locaş cu un beţişor de lemn ascuţit sau cu un poanson. În cazul pietrelor montate prin bordurare, se va deschide gulerul pentru a se putea introduce noua piatră. Această operaţie se execută cel mai uşor la strungul de ceasornicărie, bucşa rotindu-se foarte încet. După introducerea pietrei, bordurarea se execută în condiţiile cele mai bune tot la strung. Însă în lipsa acestuia poate fi executată şi prin simplă apăsare.

La pietrele presate, care au obligatoriu o porţiune cilindrică pe care se realizează ajustajul cu stringere, de primă importanţă este respectarea unei diferenţe de 0,01—0,02 mm între diametrul pietrei şi cel al locaşului. Montarea se efectuează cu o presă specială pentru presat pietre (v. volumul pentru anii I şi II, fig. 37). Această presă permite o reglare micrometrică (adică cu o precizie de 0,01 mm) a cursei poansonului.

2. Asigurarea perpendicularităţii axelor

Abaterile de la perpendicularitate a axelor faţă de platină sau pod sînt presupuse atât de mici încît nu anulează jocul radial din lagăre. În caz contrar ar apărea frecări atât de mari încît ar putea întrerupe funcţionarea ceasornicului. O importanţă mărită trebuie acordată însă axelor care poartă indicatoarele, adică axului minutar şi celui secundar. Aceasta

întrucît la o abatere a axului de la perpendicularitate faţă de platină, indicatoarele, în timpul unei rotaţii, se vor apropia şi depărta de planul platinei, respectiv al cadranelui, şi există pericolul să atingă cadranel sau geamul.

Se presupune, de exemplu, că trebuie asigurată perpendicularitatea axului minutar. În acest sens va trebui să se deplaseze lagărul din podul respectiv. Soluţia o constituie doar montarea unei bucşe în pod. Platina se fixează

pe şaiba plană a strungului şi se centrează lagărul minutar. Pentru această operaţie se recomandă folosirea unui beţişor ascuţit de lemn şi nu a virfului de centrare din păpuşa mobilă, deoarece acesta ar putea deteriora piatra din platină (fig. 108). Acest beţişor se sprijină pe un suport, iar capătul liber amplifică excentricitatea astfel încît centrarea se poate face cu precizie suficientă.

În locul beţişorului (tije) de lemn se poate folosi cu succes şi o tijă de aluminiu. Prin aplicarea unor lovituri uşoare pe platină (utilizându-se ciocanul de lemn) se va realiza centrarea. Dacă platina trebuie fixată prin lipire cu şelac, trebuie asigurată centrarea în felul arătat, cu precizarea că piesa se va menţine în mişcare de rotaţie, urmărindu-se în continuare centrarea perfectă pînă cînd şelacul se usucă şi fixează platina.

După fixarea centrică a platinei se montează podul (puntea) respectiv şi se lărgeste gaura la strung. După introducerea bucşei lagărul va asigura în mod precis poziţia corectă a axului.

În mod asemănător se procedează şi pentru corectarea perpendicularităţii oricărui ax.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sînt avantajele şi dezavantajele diferitelor sisteme de fixare a pietrelor prin bordurare din punctul de vedere al înlocuirii pietrei sparte?
2. Cum se execută un şaton?
3. Cum se înlocuieşte o piatră spartă?
4. Cum se asigură perpendicularitatea unui ax care stă iniţial înclinat?

CAPITOLUL XIV

REPARAREA EŞAPAMENTULUI

În cadrul acestui capitol se va trata separat eşapamentul cilindrului şi eşapamentul ancoră. De altfel este aici şi locul să se precizeze că celelalte mecanisme de la ceasornicul cilindrului şi cel ancoră sînt identice. Din această cauză nu s-au făcut şi nu se vor face precizări în cazul mecanismelor identice.

1. Repararea eşapamentului cilindrului

Datorită frecării permanente pe peretele interior, respectiv exterior al cilindrului în timpul parcurgerii unghiului suplimentar, acest eşapament este foarte sensibil la variaţia forţei transmise pînă la eşapament.

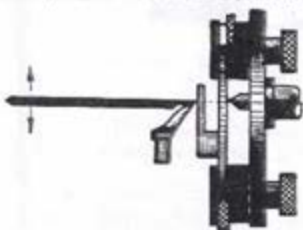


Fig. 108. Centrarea podului.

Din această cauză toate suprafețele active trebuie foarte fin prelucrate, altfel la o creștere a forței transmise amplitudinea oscilațiilor se reduce.

Dacă la aplicarea unui moment suplimentar la roata minutară balansierul se va opri, atunci cilindrul și roata-cilindrul trebuie cercetate cu multă atenție.

a. **Cercetarea repausului.** În primul rând trebuie observat dacă dintele cade sigur pe suprafața de repaus a cilindrului, dar destul de aproape de suprafața de impuls. La dimensiunile reduse pe care le prezintă aceste piese această observare nu poate fi făcută nici cu lupa la reasornicele în funcțiune. Dacă roata oscilatoare va fi mișcată încet cu mina se poate constata foarte bine pentru ce unghi de rotație dintele roții eșapamentului este în repaus și momentul în care începe să se miște, adică momentul în care dintele trece de pe suprafața de repaus pe suprafața de impuls a cilindrului. Se va roti roata oscilatoare până când dintele a trecut de suprafața de impuls și cade pe suprafața de repaus a cilindrului. Din această poziție se rotește acum roata oscilatoare în sensul invers și se va observa roata eșapamentului. Dacă aceasta se va pune imediat în mișcare, rezultă că repausul este mic, distanța dintre axul roții eșapamentului și cilindrul este mare și dintele a căzut direct sau foarte aproape de suprafața de impuls. Pentru un repaus corect este necesar ca roata oscilatoare să poată fi rotită în sens invers cu lungimea unui dinte, măsurată pe circumferința roții oscilatoare. Dacă repausul este prea mare înseamnă că distanța dintre roata eșapamentului și cilindrul este prea mică — eșapamentul este reglat prea adine.

O modificare a distanței dintre roata eșapamentului și cilindrul, a adâncimii de pătrundere a eșapamentului, este posibilă la majoritatea ceasornicelor; puncta inferioară se poate deplasa și o dată cu ea și puncta superioară fixată de cea inferioară. Desigur că puncta inferioară fiind poziționată și cu știfturi, locașurile pentru acestea vor trebui alungite în direcția deplasării.

b. **Oscilația suplimentară.** La studiul eșapamentului cilindrul s-a arătat că elongația trebuie limitată la 180° , adică între două impulsuri balansierul va parcurge un unghi maxim de 360° (180° sub acțiunea impulsului și 180° revenire de la elongația maximă la poziția mijlocie). Dacă știftul din roata oscilatoare și cel din partea cilindrului nu asigură această limitare, ceasornicul se va opri.

Dacă știftul din roata oscilatoare nu va ocupa locul potrivit, fiind deplasat într-o direcție, remediarea deficienței se obține prin:

— scoaterea cilindrului și rotirea roții oscilatoare în sensul necesar față de buzele cilindrului, urmată de montarea roții oscilatoare pe cilindrul în această poziție;

— rotirea roții oscilatoare pe butucul de alamă, axul fiind fixat în buca elastică a strungului;

— montarea știftului de oprire în noul loc de pe roata oscilatoare.

Trebuie să se verifice totdeauna dacă știftul de pe roata oscilatoare are o lungime suficient de mare deoarece, în caz contrar, există pericolul ca venind în contact cu știftul fix din partea de susținere a cilindrului, care este rotunjit la capăt, să se producă o înțepinare, respectiv o blocare a balansierului. La cea mai mică mișcare această blocare poate să dispară,

astfel încât ceasornicul va avea diferență de mers, iar cauza poate fi foarte greu stabilită și identificată. Pentru a fi sigur, se recomandă ca știftul limitator din partea cilindrului să fie plat (fără rotunjire) (fig. 109).

c. **Pasajul și roata eșapamentului.** Această secționare a peretelui cilindrului are drept scop să permită trecerea roții eșapamentului chiar dacă aceasta execută oscilații cu o elongație mare (180°). Între pasaj și

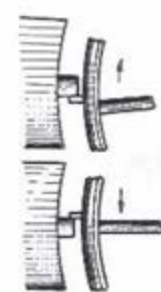


Fig. 109. Știfturi limitatoare.

roata eșapamentului trebuie să existe un joc în ambele părți care nu are voie să fie anulat nici în cazul deplasării cu jocul axial a cilindrului în sens opus față de axul roții eșapamentului. Deoarece roata eșapamentului are de obicei o bătaie frontală se recomandă a se controla pasajul (trecerea) pentru fiecare dinte al roții eșapamentului. Dacă se constată diferențe mici corectarea se poate face prin rectificarea pasajului cu o piatră Mississippi. Prin deplasarea axială a cilindrului și prin rectificarea plăcuțelor de acoperire se pot corecta defecte mici observate la trecerea prin pasaj. Dacă însă planul roții eșapamentului nu este perpendicular pe ax, se impune corectarea poziției înclinate a roții.

O dată cu aceasta se poate modifica și adâncimea de pătrundere a eșapamentului. Dacă în schimb numai câțiva dinți prezintă bătaie frontală, adică ies din placina rotunjită. Dinții roții eșapamentului trebuie să fie lustruiți atât la partea ascuțită cât și pe suprafața de impuls. Dacă partea ascuțită este uzată, prezentând o rotunjire a muchiei, ea se va corecta prin prelucrare cu o piatră Mississippi, însă din partea interioară. De asemenea, baza dintelui nu va fi atinsă la operațiile de reparare deoarece prin aceasta s-ar modifica diametrul exterior al roții eșapamentului.

Având în vedere faptul că la eșapamentul cilindrului lucrează oțel pe oțel (dinții roții eșapamentului și cilindrul), magnetizarea prin scule magnetice se manifestă deosebit de puternic. Din această cauză se recomandă o demagnetizare a sculelor înainte de a se începe operațiile de reparare. Eșapamentul și ceșurile cilindrului se vor unge cu ulei nr. 2. La ungerea eșapamentului se vor unge doar fiecare al 3-lea dinte deoarece o parte din uleiul depus va fi reținut pe buzele cilindrului și va produce ungerea și a celorlalți dinți.

d. **Înlocuirea cilindrului sau tamponului.** Scopul construcției cilindrului din trei părți constă tocmai în ușurarea operațiilor de reparare. Dacă, de exemplu, s-a rupt ceșul de la un tampon se impune doar scoaterea tamponului rupt și înlocuirea lui cu unul nou. Având în vedere că tamponul scurt se scoate ușor, în cele ce urmează se va arăta modul de scoatere a tamponului lung. În primul rând se va scoate cilindrul din butucul roții oscilatoare (fig. 110, a). Butucul se va așeza pe o nicovală plată, găurit astfel încât cilindrul va trece prin această gaură. Drept sculă se folosește un poanson găurit al cărui diametru exterior este cu ceva mai mic decât diametrul cilindrului astfel încât să poată trece prin butuc.

În scopul slăbirii stringerii dintre cilindru și tampon, se va proceda la întinderea cilindrului (fig. 110, b). Cilindrul fiind culcat pe o suprafață metalică netedă, pe el se pune un poanson puțin concav și se rulează cilindrul aplicându-se în același timp lovituri de intensitate mică pe poanson. După aceasta cilindrul se așază într-o gaură potrivită din nicovală, cu un umăr care să permită trecerea tamponului (fig. 110, c). Poan-

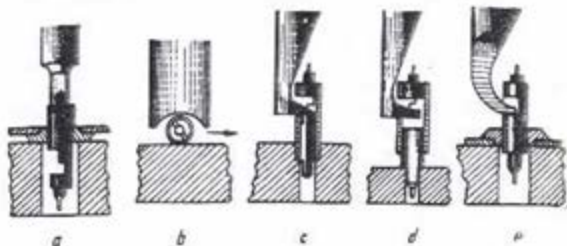


Fig. 110. Demontarea tamponului din cilindru.

sonul cu care se lovește tamponul din partea pasajului are o formă specială, purtând un cep scurt cu diametrul mai mic decât diametrul interior al cilindrului.

Dacă tamponul, după ce a fost împins cu o anumită porțiune înspre afară, stă încă destul de fix în cilindru, se poate trece la strunjirea capului din vechiul tampon, prinzindu-se în buca elastică a strungului capătul cilindrului. În caz contrar, tamponul se scoate complet și se va executa un tampon nou de diametru și lungime corespunzătoare. Pentru montare se va utiliza un „poanson de tampon” fără cep (fig. 110, d) care intră în cilindru în dreptul pasajului. Tamponul se introduce în gaura nicovalei și se așază pe umărul său și, prin apăsarea poansonului de tampon, montat în partea superioară a presii de mină, se va presa cilindrul pe noul tampon. În figura 110, e este reprezentată montarea cilindrului în butucul roții oscilatoare. La cilindrul astfel montat trebuie să se verifice poziția corectă a știftului limitator. Trebuie să se sublinieze faptul că nu absolut la toate ceasornicele știftul limitator trebuie să fie pe direcția perpendiculară pe linia care unește buzele cilindrului. Dacă poziția știftului limitator nu este cea potrivită, se scoate cilindrul din butucul roții oscilatoare și se schimbă poziția acestuia față de buzele cilindrului.

e. Încuierea cilindrului. Cilindrul fiind foarte mult slăbit în porțiunea pasajului, el este destul de sensibil și se rupe destul de des în această zonă. La încuierea lui trebuie măsurate cu precizie următoarele dimensiuni de la cilindrul vechi: diametrul, lungimea până la pasaj și lungimea (înălțimea) pasajului.

Executarea cilindrului la strungul de ceasornicărie nu ridică probleme deosebite.

Montarea tampoanelor se face conform celor arătate mai sus.

2. Repararea eșapamentului ancoră

La eșapamentul ancoră conlucrarea roata eșapamentului-ancoră este atât de strins legată de conlucrarea furcă-balansier încât numai o observare și cercetare în ansamblu poate decide dacă și cum se poate îmbunătăți funcționarea, respectiv remedia o deficiență fără a se produce prin aceasta o deficiență poate și mai mare în altă parte. De aceea se recomandă ca înainte de a se cerceta eșapamentul propriu-zis să fie observate mecanismul de siguranță și modul de lucru al furcii.

a. Cercetarea furcii, virfului de siguranță, știfturilor limitatoare, roiei de impuls și de siguranță. În scopul cercetării poziției corecte reciproc a elementelor menționate se face verificarea în cinci poziții distincte.

1) Pentru a se verifica jocul între virful de siguranță și rola de siguranță se rotește balansierul în așa fel încât paleta sau știftul de impuls să fie rotit cu un unghi de circa 90° față de furcă (fig. 111). În această poziție furca-ancoră trebuie să poată fi mișcată puțin, adică să aibă un joc între știftul limitator și rola de siguranță, dar în nici un caz jocul nu va fi atât de mare încât să devină posibilă trecerea dintelui roții eșapamentului de pe suprafața de repaus pe suprafața de impuls.

2) Jocul la coarnele furcii se verifică în mod asemănător, balansierul rotindu-se în zona în care paleta de impuls se află în apropierea cornului drept (din figura 111), fără a intra în scobitura furcii. Acest joc trebuie să fie aproximativ la fel de mare ca cel observat la prima verificare.

3) În poziția mijlocie se va verifica lățimea scobiturii din furca-ancoră. Pentru a se evita pierderi de forță, acest joc între paletă sau știftul de impuls și furcă trebuie să fie cât mai mic. La o paletă de impuls de formă eliptică se verifică și dacă nu cumva aceasta atinge fundul scobiturii.

4) Pentru verificarea jocului la cornul stâng se rotește balansierul în mod corespunzător.

5) Pentru controlul jocului virfului de siguranță și al părții stângi se verifică o poziție simetrică cu cea descrisă la prima verificare.

O dată cu această verificare se va observa și dacă poziția axială a furcii-ancoră este corectă, pentru ca virful de protecție să nu se frece de paleta de impuls. La o poziție prea joasă a furcii-ancoră ar putea să frece blocul în care este fixat virful de siguranță de însăși degajarea din platină. Dimpotrivă, dacă furca este situată prea sus coarnele furcii pot atinge rola de impuls. Dacă diametrul părții de legătură dintre rola de impuls și rola de siguranță (la rola dublă) este mare există și posibilitatea ca coarnele furcii să o atingă. Totdeauna se va verifica dacă paleta de impuls este fixată bine; ea se fixează în rola de impuls cu șelac.

b. Știfturile limitatoare. Aceste știfturi trebuie astfel dispuse încât să asigure o poziție simetrică a coarnelor furcii față de axul balansierului. Furca trebuie să prezinte în ambele poziții același joc la coarne. Re-

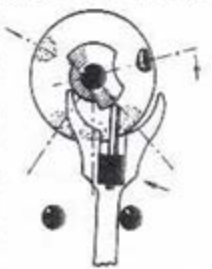


Fig. 111. Jocul dintre coarnele furcii și paleta de impuls.

zultă că știfturile limitatoare nu pot fi potrivite într-un mod arbitrar față de echipament. Hotărâtor pentru poziția lor este intrarea corectă a paletelor de impuls în zona coarnelor. Ceasornicele de calitate superioară sînt echipate cu știfturi limitatoare excentrice care, prin rotire, pot fi reglate. În celelalte cazuri știfturile limitatoare, dacă sînt subțiri, se pot îndoi la nevoie. Acest procedeu însă nu se recomandă deoarece suprafața de limitare trebuie să fie pe cît posibil perpendiculară pe planul furcii-ancoră. Dacă știfturile limitatoare sînt înclinate, la o modificare a poziției axiale a furcii-ancoră se modifică și limitarea. În anumite condiții, știfturilor subțiri li se poate aplica o îndoire dublă. Dacă limitarea se realizează prin însăși platina (prevăzută cu degajări corespunzătoare) în cazul în care este nevoie de îndepărtarea de material, aceasta se realizează cu un cuțit sau cu o daltă mică; în loc de adăugire, cu ajutorul unei dălți aplicată la o distanță de margine, se împinge materialul înspre furca-ancoră. Știfturile limitatoare, ca și zonele de contact cu acestea de pe furca-ancoră, nu au voie să prezinte grad și trebuie bine curățate, altfel ancora se va „lipi” de știfturi. Furca-ancoră, montată singură în mecanism, trebuie să se miște liber de la un știft la altul dacă mecanismul se mișcă.

c. **Scobitura furcii.** Paleta de impuls sau știftul trebuie să aibă un joc foarte mic (numai atît ca să fie liber) în scobitura furcii. Dacă scobitura este prea lată, prin înlocuirea paletelor de impuls cu una ceva mai mare, situația poate fi adusă la normal. Cu o anumită grijă și îndemnare se poate micșora scobitura furcii prin îndoirea coarnelor (prin aplicarea unor lovituri de intensitate foarte mică în imediata apropiere cu începutul scobiturii). Dacă furca este de oțel, coarnele pot fi apropiate prin stringerea într-o menhină de mină urmată de o revenire la culoarea albastră.

Suprafața scobiturii (în special suprafețele laterale) trebuie să fie foarte netede. Aceste suprafețe se lustruiesc cu ajutorul unei lame de oțel (de exemplu, o bucată de arc de suspensie de la pendul) fixată într-un fel de minier (fig. 112). Cu o astfel de lamă se poate obține o lustruire foarte bună și, chiar mai mult, suprafața obținută poate fi chiar bombată, ceea ce reduce și mai mult frecarea.

Această lustruire este necesară și atunci cînd ceasornicul a funcționat foarte mult timp și pe suprafețele laterale apar mici scobituri în urma loviturilor ce se ivesc la transmiterea impulsurilor.

d. **Coarnele furcii și virful de siguranță.** Jocul la coarne și cel al virfului de siguranță trebuie să fie aproximativ egale, dar mai mici decît repausul, pentru că altfel dintele roții echipamentului poate să treacă de pe suprafața de repaus pe suprafața de impuls.

La coarne prea scurte, tija furcii se poate lungi puțin prin aplicarea unor lovituri mici pe un poanson care produce o întindere a materialului tijei furcii sprijinită pe o nicovală plană. O dată cu aceasta virful de siguranță devine prea lung, însă scurtarea lui este o problemă simplă. Coarnele prea lungi (caz foarte rar) se vor scurta prin polizare cu piatra Mississippi.

Un virf de siguranță prea scurt se poate lungi prin întindere pe o nicovală plană, respectiv între două poansoane. Poansonul inferior (ni-

covala) trebuie să fie astfel prelucrat încît să fie degajat în locul unde vin coarnele furcii (fig. 113, a). Dacă lungirea obținută în acest mod nu este suficientă poansonul superior se înlocuiește cu unul rotunjit. În scopul evitării încărcărilor repetate, efectul operației de alungire se măsoară în felul indicat în figura 113, b.

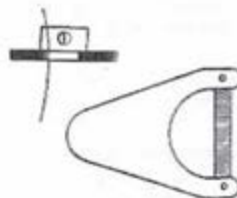


Fig. 112. Dispozitiv pentru rectificarea creștăturii furcii.

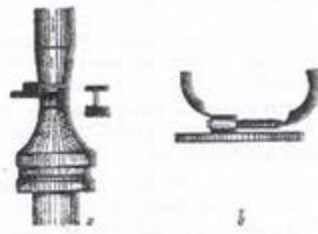


Fig. 113. Dispozitiv pentru alungirea virfului de siguranță.

e. **Cercetarea repausului și a drumului pierdut.** În primul rînd se va cerceta adîncimea de pătrundere a echipamentului (ancoră în roata echipamentului), ceea ce este echivalent cu observarea repausului. Deoarece roata echipamentului poate să prezinte o anumită bătaie radială, această observare trebuie făcută cel puțin în patru poziții. Ca și la angrenajele cu roți dințate și aici deficiența poate fi mai mare, respectiv mai mică, în funcție de jocul (radial) cepului în lagăr. Un repaus prea mic echivalează cu o adîncime prea mare de pătrundere a echipamentului, adică o distanță prea mică între axe, și invers.

Desigur că observarea echipamentului se continuă chiar dacă s-a stabilit că adîncimea de angrenare este prea mică sau prea mare deoarece trebuie să se stabilească modul în care se va înlătura această deficiență. În special drumul pierdut depinde de poziția paletelor. Cum însă drumul pierdut și poziția știfturilor de limitare influențează jocul coarnelor și al virfului de siguranță, trebuie să se analizeze foarte bine ce soluții de remediere se vor aplica. Se scoate paleta de intrare sau de ieșire sau, pentru a nu se strica simetria jocurilor, se va modifica poziția ambelor palet. Trebuie subliniat că drumul pierdut constituie de fapt o măsură de siguranță și, prin urmare, cu cît calitatea ceasornicului este mai bună, adică precizia de execuție a pieselor este mai mare, acesta poate fi mai mic. Înainte de a se hotărî modificarea poziției paletelor trebuie analizate bine toate urmările acestei acțiuni. Dacă, de exemplu, pe o parte drumul pierdut este prea mic și jocul virfului de siguranță este prea mare, prin introducerea mai adîncă a paletelor opuse se micșorează ambele greșeli deoarece știftul limitator se poate apropia prin îndoire.

f. **Modificarea poziției paletelor.** Paletele sînt fixate în ancoră cu șelac. Astfel este necesar ca această parte a ancorei să fie încălzită pînă

cînd șelacul se topește. Acest lucru se poate controla printr-o buclă de șelac pusă lângă ancoră. După topirea șelacului se poate împinge paleta cu un clește de alamă înspre locaș sau cu o tijă de alamă în sens invers. Dacă șelacul este îmbătrînit și nu mai fixează suficient de bine paletetele în ancoră, se recomandă înlăturarea lui completă și fixarea paletetei cu șelac nou. Pentru o dozare corectă a cantității de șelac (acesta nu are voie să acopere suprafețele active libere ale paletetei) este bine ca el să fie tras în prealabil în fire subțiri prin încălzire; apoi se încălzește ancora punîndu-se firul în locul de lipire și se îndepărtează imediat după ce cantitatea topită este suficient de mare.

La orice reparație a ceasornicului se recomandă să se controleze dacă paletetele sînt bine fixate (rigid) deoarece de multe ori este necesară o nouă fixare a acestora cu șelac.

Dacă ancora este de tip vechi cu paletete invizibile, deci paletetele nu pot fi mutate, o modificare a adîncimii de pătrundere se obține prin deplasarea ancorei (în ansamblu) pe axul respectiv. Ancora este poziționată față de ax și furcă prin două știfturi de poziționare și, deci, este necesar ca acestea să fie îndoite sau pilit, sau găurile în care intră știfturile lărgite într-o anumită direcție pentru a face posibilă deplasarea.

Dacă la un eșapament se constată o atracție necorespunzătoare, adică ancora nu este atrasă spre știftul de limitare și astfel nu este asigurat jocul necesar între coarne și paleta de impuls, respectiv jocul între rola de siguranță și virful de siguranță, cauza trebuie căutată în uzura părții ascuțite a dinților roții eșapamentului. Încuirea roții eșapamentului cu una nouă este singura soluție recomandabilă deoarece corectarea formei dinților nu poate fi făcută cu precizie.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sînt principalele defecte ale eșapamentului cilindru?
2. Cum se cercetează repausul? Cum se corectează acesta?
3. Cum se corectează limitarea amplitudinii de oscilație?
4. Ce defecte se întîlnesc la pasajul cilindrilor și la rola cilindrilor? Cum se remediază aceste defecte?
5. Care este procedeul de încuire a tamponului? Dar a cilindrilor?
6. Ce verificări se fac la eșapamentul ancoră în vederea stabilirii deficiențelor de funcționare?
7. Care sînt operațiile de reparație aplicabile știfturilor limitatoare și cînd se recurge la ele?
8. Ce operații de reparație se aplică la scobitura furcii?
9. Cum se execută alungirea sau scurtarea coarnelor sau virfului de siguranță?
10. Care este tehnologia de modificare a poziției sau de încuire a paletetei?

CAPITOLUL XV

REPARAREA BALANSIERULUI

1. Axul balansierului

a. **Încuirea axului balansierului.** Încuirea axului balansierului în urma ruperii cepurilor este o problemă destul de simplă, dacă există piese originale pentru acest tip de ceasornic. În primul rînd se demontează de pe axul deteriorat rola de impuls și de siguranță care, de obicei, formează corp comun și apoi rola arcului spiral. Aceste operații se execută ușor prin folosirea unor scule potrivite și nu necesită explicații suplimentare. Demontarea roții oscilatoare se poate face însă numai după ce umărul format prin sertisarea roții pe umărul de pe ax a fost îndepărtat prin strunjire. Și mai avantajos este să se îndepărteze prin strunjire umărul astfel încît roata oscilatoare să fie presată în jos, în special dacă sertisarea este puternică. Dacă la demontarea roții oscilatoare nu se procedează cu cea mai mare atenție, la montarea roții pe axul nou, aceasta va prezenta o bătaie radială și frontală inadmisibil de mare și înlăturarea acestei deficiențe necesită un volum mare de muncă, păstrîndu-se totuși urme ale greșelii inițiale.

La executarea axului balansierului în atelierul de reparație se aplică două metode:

- strunjirea din bucaș elastică;
- strunjirea între virfuri.

În ambele cazuri cuțitul poate fi fixat în suport sau ținut în mînă. Înainte de a se trece la executarea propriu-zisă a axului trebuie să se stabilească cu precizie ridicată dimensiunile indicate în figura 114, care reprezintă forma de ax cea mai obișnuită. Respectarea acestor dimensiuni trebuie verificată în timpul execuției cu micrometrul și la nevoie prin pășuire cu contrapiesă.

Procesul de strunjire a axului oscilator între virfuri este indicat în figura 115. Succesiunea operațiilor la strunjirea între virfuri este în principiu identică cu cea din bucaș elastică. În prima etapă (a) se strunjește suprafața cilindrică a suportului pentru roata oscilatoare și apoi umărul pentru montarea roții prin sertisare, care se controlează cu contrapiesă sau micrometru. Această suprafață se finisează. Urmează strunjirea părții conice a suportului pentru roata oscilatoare (b). În poziția (c) se strunjește și se finisează suportul pentru rola arcului spiral și degajarea pentru sertisarea roții oscilatoare. În continuare se strunjește cepul din față și se finisează prin polisare (d); se scurtează partea cepului, piesa fiind sprijinită într-o șabă pilnie în scopul centrării păstrîndu-se capătul liber (e). Urmează prelucrarea celui de al doilea capăt, unde se strunjește și se finisează treapta pentru rola de impuls (f) și se retează această parte la lungime (g). Poziția (h) arată strunjirea cepului inferior urmat de strunjirea cepului superior (i), cînd piesa se centrează din nou printr-o șabă-

plinie. La strunjire cepurile pot avea un adaos pentru suprafinisare de maximum 0,01 mm.

Drept material pentru axul balansierului se va alege totdeauna un oțel de îmbunătățire cu un conținut de carbon de circa 1%, deoarece acest ax trebuie supus tratamentului termic de călire-revenire.

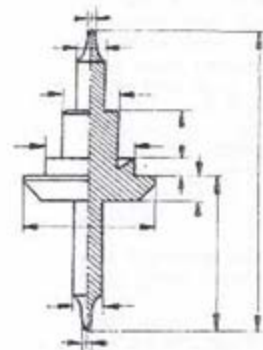


Fig. 114. Axul balansierului.

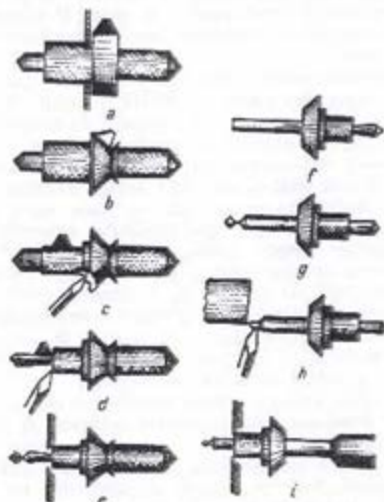


Fig. 115. Executarea axului balansierului.

Este evident faptul că la strunjirea între virfuri folosirea antrenorului este obligatorie. De asemenea se observă că la strunjirea cepului se va folosi un virf cu caneluri, care permite strunjirea și lustruirea fusurilor. Strungul acesta mic, special pentru executarea și lustruirea fusurilor poartă denumirea de strung pentru prelucrarea axelor fusurilor.

În figura 116 se arată cum se execută lustruirea cepului axului balansierului pe acest utilaj; roata oscilatoare rămâne montată și servește pentru antrenarea axului.

Modul în care se execută montarea pe axa roții oscilatoare și a rolei duble este reprezentat în figura 117 și 118.

b. **Lagărul axului balansierului.** Lagărul axului balansierului are o construcție deosebită tocmai în scopul reducerii la minimum a frecării. Astfel la poziția orizontală a ceasornicului, între cep și piatra de acoperire se realizează un contact aproape punctiform. Pentru a nu exista diferențe mari de frecare în diferite poziții se impune pe de o parte un diametru al cepului cât mai mic, iar pe de altă parte o rază de rotunjire a cepului destul de mare. Partea cilindrică a cepului trebuie să stră-

bătă neapărat piatra cu gaură deoarece, în caz contrar, cepul la un joc axial minim necesar ar putea să se înțepenească în piatră datorită formei lui specifice. Lungimea porțiunii cilindrice a cepului se va verifica cu precizie maximă prin slăbirea plăcuței pietrei de acoperire. Dacă axul balansierului, sub acțiunea greutății proprii, poate intra mai adânc în

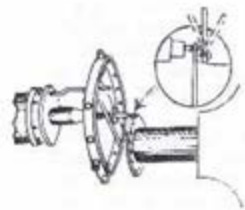


Fig. 116. Lustruirea cepului.

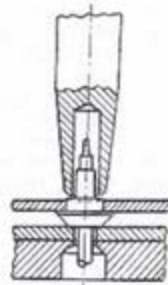


Fig. 117. Montarea roții oscilatoare pe ax.



Fig. 118. Montarea rolei duble pe ax.

piatra cu gaură, înseamnă că partea cilindrică a cepului este suficient de mare. Cînd cepul, respectiv întregul balansier rămîne în poziția inițială, se va verifica dacă suprafața pietrei de acoperire este la nivelul suprafeței plăcuței. De obicei se poate deplasa piatra de acoperire sau să se prelucereze plăcuța de acoperire astfel încît suprafața activă a pietrei să ajungă în planul plăcuței.

Dacă piatra de acoperire nu este bine fixată, ea se va fixa cu ajutorul unei bucăți mici de șelac pusă deasupra pietrei, încălzindu-se plăcuța de acoperire pînă la topirea șelacului.

O altă soluție constă în îndepărtarea prin strunjire a unui strat de material de pe suprafața plăcuței care poartă piatra de acoperire. În nici un caz nu este permis să se folosească praf de hîrtie abrazivă (șmirghel), întrucît acesta atacă într-o măsură oarecare și suprafața pietrei. Dacă și după aceste operații se constată că cepurile sînt prea scurte, ele trebuie corectate prin strunjirea umerilor.

2. Roata oscilatoare

a. **Corectarea bății radiale și frontale.** În primul rînd această roată montată pe axul balansierului trebuie să nu prezinte bătea frontală. Dacă și la celelalte roți această bătea trebuie evitată pentru ca roțile în timpul funcționării să nu atingă alte elemente frînînd transmiterea momentului, la roata oscilatoare se pune și problema deranjării stării de echilibru a balansierului.

După ce s-a verificat sertisarea corectă, deci poziția rigidă a roții pe axul balansierului, se trece la eliminarea bății frontale. Se reco-

mandă a se analiza bine în ce direcție se va face remedierea, aceasta depinzând de o împărțire cât mai egală a distanței dintre această rolă și piesele vecine. Remedierea se va face numai prin îndreptarea spițelor cu ajutorul degetelor, care nu lasă urme, sau cu ajutorul unui clește plat cu bacuri de alamă (fig. 119). Pentru eliminarea bății radiale existente



Fig. 119. Clește pentru eliminarea bății frontale a roții oscilatoare.

la roțile oscilatoare simple nesectionate se recomandă fixarea cu șelac a roții pe șaiba plană și strunjirea centrică a găurii. Aceasta mărindu-și diametrul se impune înlocuirea vechiului ax.

La roțile oscilatoare sectionate se va verifica centricitatea față de lungimea spițelor. Constatându-se abateri, gaura din roată va fi lărgită centric față de spițe prin strunjire. La diferențe mici se poate întinde (alungi) și spița mai scurtă. Numai după aceasta se poate trece la centrarea obezii.

b. Echilibrarea balansierului. La ceasornicele portabile echilibrarea balansierului determină în mare măsură precizia de funcționare. Astfel dacă axul balansierului are poziție verticală (ceasul culcat), neechilibrarea are un efect egal cu zero. Influența neechilibrării este maximă la poziția orizontală a axului balansierului.

Poziția considerată normală diferă la diferitele tipuri de ceasornice. La ceasornicele de buzunar se consideră poziția principală poziția cu „cornoana sus” pe cind la cele de mină poziția cu „cornoana jos”. Aceste diferențe însă nu sînt hotărîtoare intrucît astăzi se cere o funcționare corectă în toate pozițiile adică o echilibrare perfectă a balansierului.

Prin echilibrarea balansierului se înțelege echilibrarea ansamblului roată oscilatoare, ax, rola arcului spiral și rola dublă. Avîndu-se însă în vedere dimensiunile mici ale ultimelor elemente, echilibrarea ansamblului este determinată în final de roata oscilatoare.

În uzinele producătoare moderne se execută o echilibrare dinamică a balansierului cu ajutorul unor aparate electronice moderne. La reparații, aceste aparate neputînd fi folosite, se face o verificare a echilibrării, respectiv o echilibrare statică, utilizîndu-se un dispozitiv simplu (fig. 120). În principiu acest dispozitiv se compune din două cuțite de oțel fin prelucrate, distanța dintre ele fiind variabilă.



Fig. 120. Dispozitiv pentru echilibrare.

În anumite cazuri aceste cuțite sînt executate și din piatră (rubin artificial). Pentru a asigura poziția orizontală a muchilor, acest dispozitiv se sprijină pe trei picioare dintre care două au șuruburi de reglare a orizontalității. Distanța dintre cele două cuțite se fixează astfel încît axul balansierului să fie sprijinit pe partea cilindrică a cepurilor.

Se imprimă balansierului o mișcare mică de rotație. Dacă după un timp această începe să execute o mișcare oscilatorie

nu este echilibrat, avînd un surplus de masă în momentul opririi în partea de jos. Dacă este echilibrat își menține mișcarea de rotație uniformă rostogolindu-se pînă la marginea cuțitelor. Pentru a se evita căderea balansierului (în special a celor grele) de pe cuțite, la capetele acestora sînt prevăzute degajări în care cepul balansierului se va opri. La axele cu virfuri conice care sînt montate în șuruburi cu pietre conice (ca la ceasornicul deșteptător) acest aparat nu poate fi utilizat. În acest caz se va utiliza un compas în care sînt montate șuruburi cu locaș sau piatră conică (chirner).

Echilibrarea balansierului fără șuruburi se face prin îndepărtarea prin găurire și țesire din partea inferioară a obezii (partea care nu se vede) a materialului în locul unde s-a constatat un surplus. Dacă această ușurare (micșorare a momentului de inerție) reclamă o lungime prea mare a arcului spiral, este necesar să se mărească greutatea roții prin montarea în obadă a unor știfturi sau, dacă spațiul permite, chiar a unor șuruburi. La roțile oscilatoare cu șuruburi se poate mări sau micșora masa prin fixarea unor rondelle sub capul șurubului, respectiv prin micșorarea capului șuruburilor. Aceste operații de echilibrare se vor executa totdeauna în apropierea spițelor pentru a nu influența compensarea balansierului.

Ceasornicele de precizie au în afara șuruburilor pentru compensare așa-numitele șuruburi de echilibrare neînșurubate complet care permit eliminarea dezechilibrărilor mici, precum și eliminarea diferențelor mici de mers astfel încît compasul de reglare să rămînă în poziție mijlocie. Sub aceste șuruburi nu se adaugă rondelle.

Rondellele utilizate pentru echilibrare trebuie să aibă diametrul mai mic decît grosimea roții oscilatoare deoarece, în caz contrar, există pericolul să atingă alte organe.

Echilibrarea balansierului poate fi considerată terminată numai după ce balansierul fixat pe cuțitele dispozitivului de echilibrare, se va afla în echilibru indiferent în orice poziție.

3. Arcul spiral

a. Generalități. Diametrul exterior al arcului spiral trebuie să fie aproximativ jumătate din cel al roții oscilatoare, măsurat împreună cu șuruburile. Atît capătul interior cît și cel exterior trebuie să fie fixate sigur de rolă respectiv de pîton (butuc). Rola arcului spiral nu trebuie să se deplaseze cu ușurință pe axul balansierului.

În timpul lucrului se va evita atingerea spiralei cu mîna, pentru a nu lăsa pe ea urmele degetelor transpirate.

Rugina, descoperită undeva pe o spirală a arcului nu poate fi înlăturată complet și este inutil de a se încerca aceasta deoarece rugina reduce elasticitatea arcului și îl face absolut inutilizabil pentru viitor.

Se va controla dacă distanța dintre diferitele spire ale arcului este egală. În momentul desfășurării maxime a arcului, spira exterioară trebuie să nu atingă roata minutară sau alte organe, iar la stringerea (înfășurare) maximă spirele trebuie să nu se atingă între ele. De asemenea, în orice poziție de desfășurare sau stringere, spirele trebuie să se afle în același

plan care trebuie să fie totodată paralel cu planul platinei, respectiv podului balansierului (fig. 121). Potrivirea aceasta se face totdeauna de la spira interioară cu o pensetă corespunzătoare.

O tăietură prea largă în rola arcului spiral influențează negativ echilibrul balansierului și de aceea rola respectivă trebuie înlocuită.

În apropierea pitonului, spira exterioară a arcului spiral trebuie astfel îndoită încât, la mutarea compasului de reglare în orice direcție,

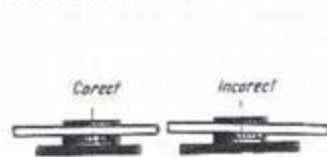


Fig. 121. Montarea arcului spiral.

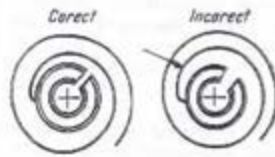


Fig. 122. Aranjarea spirelor arcului.

spira să rămână exact în mijlocul cheii compasului. Controlul acestei condiții se realizează cel mai bine pentru poziția de echilibru (repaus). La arcul spiral plat există un joc între arcul spiral și cheie, care trebuie să nu depășească dublul grosimii arcului. La arcul spiral Breguet acest joc este mult mai mic. Aranjarea concentrică a arcului spiral în jurul rolei se realizează tot prin acțiunea asupra spirei interioare (fig. 122).

b. **Înlocuirea arcului spiral plat.** Înainte de toate se stabilește diametrul potrivit (în funcție de compasul de reglare și de piton). După aceasta se alege arcul care are și elasticitatea necesară, adică arcul care cu balansierul dat (momentul de inerție dat) să efectueze numărul de oscilații necesare. Pentru a se determina și această caracteristică este necesar un cronometru. Pe axul balansierului se aplică o bilă mică de ceară de care se fixează capătul interior al arcului (fig. 123). Apucându-se cu penseta capătul exterior al spirei și ridicându-se, se pune în mișcare balansierul printr-un impuls tangențial brusc. În timpul oscilației, balansierul se ridică (arcul spiral înfășurat) și se coboară (arcul spiral desfășurat). Înălțimea pensetei va fi astfel aleasă încât, la coborire, balansierul să atingă cu cepul axului său o sticlă așezată special în acest scop (sau geamul cronometru-lui). Se vor număra oscilațiile într-un anumit timp, de exemplu un minut. Număratoarea va începe cu „0” și se vor număra oscilațiile duble, care sînt marcate sonor de atingerea cepului axului de sticlă. La majoritatea ceasornicilor de mină și de buzunar numărul de oscilații simple într-o oră este de 18 000, dar există și ceasornice cu alte cifre caracteristice, de exemplu 21 000 oscilații pe oră. Aceasta înseamnă că la 18 000 oscilații simple pe oră, corespund 300 oscilații de minut, respectiv 150 oscilații duble (numărate) pe minut. La un număr mai mare de oscilații ale balansierului înseamnă că spirala aleasă este „tare”, adică prea elastică; un număr mai mic înseamnă o spirală „slabă”. La diferențe mici se va prinde spirala mai aproape sau mai departe de capătul exterior pînă cînd se obține numărul dorit de oscilații, respectîndu-se însă diametrul spirei.

Diferența de 1—2 oscilații pe minut poate fi considerată admisibilă și înseamnă că alegerea spirei s-a terminat.

La fabricile producătoare, etalonarea spirei cu balansier se face cu aparate speciale (de exemplu, Super Spiromatic), la care oscilațiile balansierului de etalonat sînt comparate cu oscilațiile etalon ale unui generator cu cristal de cuarț; diferența rezultată comandă printr-un sistem mecanic mutarea punctului de prindere a spirei exterioare pînă cînd se atinge nu-



Fig. 123. Numărarea oscilațiilor.

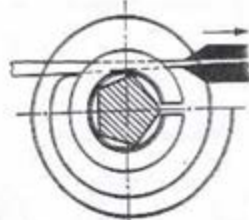


Fig. 124. Fixarea capătului interior al arcului spiral.

mărul de oscilații dorit. Acest punct se marchează și corespunde poziției compasului.

c. **Fixarea arcului spiral în rolă și piton.** Rola se va fixa pe un alezaj pentagonal (fig. 124) astfel încît o muchie intrînd în creștătura radială a rolei să împiedice rotirea acesteia în timpul introducerii știftului conic. Între rolă și prima spirală va trebui să se realizeze o distanță egală cu cea dintre două spire alăturate ale arcului spiral. Spira interioară se va forma astfel încît pe prima porțiune de un sfert de arc de cerc să existe forma circulară. După fixare, capetele știftului se vor îndepărta.

Spira exterioară se va trece prin compasul de reglare și se va fixa cu un știft conic de alamă în mod asemănător ca în rolă. Dacă nu există un dispozitiv special de prindere pentru piton fixarea arcului se va face numai după ce în prealabil butucul (pitonul) a fost fixat în puntea balansierului.

Urmează aranjarea arcului spiral astfel încît o parte din spira exterioară să corespundă întocmai arcului descris de compasul de reglare (să fie circulară).

Deoarece pitonul este fixat de obicei la o distanță ceva mai mare, se va executa un cot (inflexiune) în imediata apropiere a pitonului pentru a se obține arcul de cerc dorit.

De asemenea, se va controla jocul între cheia compasului și arc pentru întreaga cursă a compasului, precum și jocul între cheia compasului și a doua spirală (din exterior) pentru a nu avea atingeri la elongații mari.

d. **Înlocuirea arcului spiral Breguet.** Alegerea se face în mod asemănător ca la arcul spiral plat dacă este vorba de ceasornice de masă la

care punctul de fixare interior nu prezintă o importanță deosebită. La ceasornicele de precizie există anumite criterii de fixare a arcului spiral pe rolă, ținându-se seamă de poziția primei jumătăți din spira interioară față de poziția ceasornicului.

În principiu pentru a se îndoi corect spira superioară (finală) este necesar ca ceasornicarul să posede o anumită obișnuință.

Diferitele curbe finale sînt caracterizate printr-un număr și ele sînt indicate în tabele. Numărul N al curbei finale se calculează cu relația:

$$N = \frac{e \cdot 100}{R} \quad (22)$$

în care:

a este distanța de la știfturile compasului la centru;

R — raza arcului spiral.



Fig. 125. Formarea arcului Breguet.



Fig. 126. Formarea spiralei exterioare.

Curba finală se îndoaie astfel: la prima mișcare se îndoaie puțin către centru și în sus partea inițială a curbei terminale (fig. 125, a); la a doua mișcare se îndoaie în jos și iar spre centru partea următoare a spiralei (fig. 125, b); cu ajutorul unei pensete speciale (fig. 126) se îndoaie curba terminală într-un plan paralel cu planul celorlalte spire. După formarea definitivă arcul spiral trebuie să prezinte forma din figura 60.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sînt fazele de lucru la executarea axului balansierului?
2. Ce deficiențe se pot ivi la lagărele balansierului?
3. Cum se obține o roată oscilatoare fără bătaie frontală?
4. Cum se elimină bătaia radială a roții oscilatoare?
5. Cum se execută echilibrarea balansierului fără șuruburi?
6. Cum se execută echilibrarea balansierului cu șuruburi?
7. Care sînt criteriile care stau la baza alegerii unui arc spiral plat pentru înlocuire?
8. Cum se etalonează balansierul cu noul arc spiral?
9. Cum se fixează capetele arcului spiral?
10. Cum se alege arcul spiral Breguet pentru înlocuire?
11. Cum se formează curba finală?

CAPITOLUL XVI

REPARAREA MECANISMULUI INDICATOR

a. **Repararea cuplajului elastic.** Antrenarea indicatoarelor se realizează printr-un cuplaj cu fricțiune. Sistemul cel mai frecvent utilizat este cel arătat în figura 80. Proeminențele 3, în interiorul țevii pinionului pătrar permit realizarea fricțiunii necesare, datorită căreia pinionul pătrar se poate roti destul de liber în momentul mutării indicatoarelor; în restul timpului, cînd ceasornicul este în funcțiune, pinionul pătrar va antrenarea celelalte roți ale mecanismului indicator, fără a patina pe axul minutar (central).

Dacă pinionul pătrar este montat prea forțat pe axul minutar, este necesară redresarea proeminenței 3 prin netezire cu un alezor. Dacă însă pinionul pătrar se rotește prea ușor pe axul central, proeminența 3 trebuie accentuată prin stringere cu un clește ascuțit. Pentru a se evita pericolul de tăiere a pinionului, în interiorul lui se va introduce o tijă cu un diametru ceva mai mic decît axul central.

Recondiționarea proeminențelor 3 uzate este o operație destul de frecventă. Pentru o reparare calitativ mai bună se recomandă folosirea în acest scop a unui dispozitiv simplu arătat în figura 127. O lovitură ușoară cu ciocanul asupra poansonului formează pe gîtul pinionului o proeminență interioară avînd adîncimea necesară; și în acest caz în interiorul pinionului se va introduce o sîrmă.



Fig. 127. Repararea cuplajului elastic.

În urma reparației efectuate, rotirea pinionului pătrar pe axul central în timpul reglării indicatoarelor trebuie să fie relativ frînă și uniformă (fără zmuțituri).

b. **Repararea roților mecanismului indicator.** Roata orară și schimbătoare nu transmit forță, deci la ele nu se va constata o uzură pronunțată. În schimb jocul axial și bătaia frontală la aceste roți trebuie să fie cît mai mici. Existența unui joc mic axial însă este obligatorie și după ce cadranul și indicatoarele au fost montate. Un joc axial prea mare determină datorită spațiului mic rezervat acestor roți, frecarea între roata orară și schimbătoare sau frecarea roții schimbătoare de podul mecanismului remonator. Pentru evitarea acestor atingeri și frecări se recomandă ca aceste roți să fie șlefuite plan pentru a se îndepărta în acest mod gradul rămas de la frezare. Uneori roata orară se teșțește din partea inferioară pentru ca să nu se frece de roata schimbătoare.

O atenție deosebită se va acorda și roții de reglare a indicatoarelor, executată din oțel și care angrenează cu roata schimbătoare. Ea trebuie să se rotească liber (ușor) fără a avea însă un joc excesiv. De multe ori

această roată fiind presată de puntea mecanismului remotor sau de șuruburi, constituie cauza opririi ceasornicului.

Ungerea acestei roți nu este obligatorie. O ungere prea abundentă este chiar dăunătoare deoarece uleiul se va întinde pe puntea mecanismului remotor, contribuind astfel la lipirea roților de punte, fapt care influențează nefavorabil mersul ceasornicului. Axul pinionului schimbător se va unge cu o cantitate mai mică de ulei, iar roata orară nu se unge.

c. **Repararea cadranelui.** Cadranelul trebuie să fie foarte bine fixat de schelet. Orice deplasare a cadranelui prezintă un pericol în special pentru axul secundar care se poate îndoi.

La cadranele emailate înlocuirea unui picioruș rupt se poate realiza prin lipirea unui alt picioruș de cupru pe cadran cu ajutorul unui aliaj de lipit moale și utilizându-se pentru topirea lui o lampă cu spirit cu tub de suflat. La cadranele metalice neacoperite nu se recomandă lipirea piciorușului rupt deoarece cadranul în zona încălzită își schimbă culoarea.

d. **Repararea indicatoarelor.** Indicatoarele ceasornicului trebuie să aibă o poziție riguros paralelă atât între ele cât și cu cadranul. Virful indicatorului minutar se îndoaie puțin înspre cadran. Pentru a se asigura o montare strânsă pe axe, acestea se vor rotunji la capăt.

Montarea incorectă a indicatoarelor poate provoca următoarele defecte:

- indicatorul minutar atinge cu virful îndoit cadranul, geamul sau chiar rama;
- indicatorul orar montat prea jos atinge secundarul (mic necentral);
- bușca indicatorului orar este strânsă de indicatorul minutar montat prea jos;
- bușca indicatorului orar sau țeava roții orare atinge gaura din cadran;
- indicatorul secundar central atinge geamul sau indicatorul minutar;
- indicatorul secundar mic atinge cadranul.

La demontarea indicatoarelor pentru a nu se deteriora cadranul sau axul respectiv, se va folosi penseta specială pentru indicatoare. O atenție



Fig. 128. Pregătirea indicatoarelor pentru montare.

indicator se folosește poansonul de stringere (fig. 128, a), iar pentru mărirea găurii poansonul de lărgire (fig. 128, b). Indicatoarele se vor monta cu multă atenție folosindu-se un poanson special, iar forța de montare trebuie să fie orientată perfect vertical deoarece o mică componentă laterală poate să provoace ruperea fusurilor călite.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Cum se obține un cuplaj cu fricțiune corespunzător între axul central și pinionul pătrar?
2. Ce defecte prezintă roțile mecanismului indicator? Dar cadranul?
3. Care sînt urmările unei montări greșite a indicatoarelor?

CAPITOLUL XVII

ASAMBLAREA CEASORNICULUI

Asamblarea ceasornicului reprezintă faza de lucru cea mai importantă și de răspundere cu care se încheie procesul de reparație. Uneori ceasornicele asamblate și montate în carcasă nu funcționează sau funcționează rău, oprindu-se, deși toate piesele au fost verificate, curățite, iar cele uzate sau rupte au fost înlocuite cu piese noi. Prin urmare în mecanism au apărut deficiențe serioase în timpul procesului de asamblare, care obligă pe ceasornicari să se ocupe de ele, să le găsească și să le înlăture.

La montare se vor respecta o serie de reguli.

La așezarea punților (podurilor) roților, arcurilor și a altor piese ale mecanismului este necesar să se controleze dacă există jocul necesar, dacă acțiunea arcului este suficient de puternică, dacă șuruburile sînt bine înșurubate și dacă nu au rămas nereparate deteriorări la vreuna dintre piesele mecanismului, neobservate la demontare. Acest al doilea control (primul a fost efectuat la demontare) este pe deplin justificat, scutindu-l pe ceasornicar de o nouă demontare.

Platina se fixează pe un inel suport corespunzător mărimii mecanismului. Mecanismul este ținut cu degetele arătător și cel mare ale minii stîngi pe acest suport în timp ce mina dreaptă este ocupată cu montarea punților, înșurubarea șuruburilor, controlul jocurilor etc.

Se recomandă respectarea următoarei ordini de asamblare:

- introducerea arcului motor și axului motor în casetă, ungerea, fixarea capacului casetei;
- montarea pieselor mecanismului remotor;
- montarea casetei și a punții respective;
- montarea roții minutare (centrale) și a punții respective;
- montarea roților intermediare, secundare, a eșapamentului și a diferitelor punți (înainte de fixarea definitivă cu șuruburi, a unei punți oarecare pe platină, trebuie să se controleze dacă cepurile se află în găurile platinei și ale punții, respectiv în găurile pietrelor și numai după aceasta se string șuruburile pînă la refuz);
- montarea pinionului pătrar pe axul minutar;
- montarea roții remontoare, roții casetei și a clichetului;

- controlarea funcționării mecanismului remontor în poziția de armare și de reglare a indicatoarelor;
 - fixarea în platină a plăcuței cu piatră pentru axul balansierului;
 - fixarea ancorei și controlul interacțiunii ei cu roata eșapamentului;
 - montarea compasului și a plăcuței cu piatră pe puntea balansierului;
 - fixarea arcului spiral pe axul balansierului;
 - fixarea pitonului (butucului) pe puntea balansierului și montarea arcului spiral între știfturile (respectiv cheia) compasului;
 - introducerea uleiului în pietrele balansierului, ale ancorei, pe palete și în lagărele roților;
 - montarea la locul lui a balansierului împreună cu puntea. Această operație este una din cele mai importante și trebuie executată cu multă atenție;
 - verificarea jocului balansierului, verificarea preciziei de montare a arcului spiral;
 - introducerea mecanismului în inelul carcasei și fixarea lui cu șuruburi;
 - introducerea axului remontor cu coroana, fixarea și încercarea funcționării la reglarea indicatoarelor;
 - verificarea amplitudinii oscilației balansierului, cu arcul motor răsucit cu 1—1,5 rotații;
 - montarea roții orare, a cadranului și a indicatoarelor. La majoritatea ceasornicelor roata schimbătoare se montează o dată cu piesele mecanismului remontor;
 - fixarea ramei de geam și a capacului carcasei;
 - reglarea și verificarea preciziei funcționării ceasornicului.
- Această ordine de bază la asamblarea ceasornicului poate suferi modificări parțiale, în funcție de construcția ceasornicului, numărul și forma punților și de alte particularități ale mecanismului. În privința ungerii, figura 129 indică felul uleiului și locul unde se folosește.

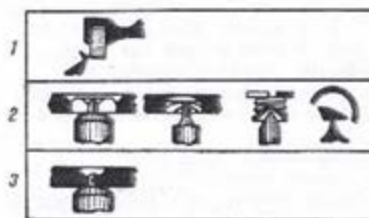


Fig. 129. Tablu de utilizare a uleiurilor.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care este succesiunea operațiilor de montare?

CAPITOLUL XVIII

VERIFICAREA PRECIZIEI DE FUNCȚIONARE A CEASORNICELOR

La verificarea preciziei mersului unui ceasornic reparat se poate porni numai după ce există certitudinea că întregul mecanism al ceasornicului este în bună stare, adică sistemul de roți și celelalte piese ale ansamblului format din eșapament și balansier se află într-o situație care este în conformitate cu cele indicate la capitolele respective. Dacă în mecanismul ceasornicului au fost trecute cu vederea unele nereguli (dezechilibrarea balansierului, montarea neprecisă a arcului spiral etc.) este absolut inutil să se înceapă verificarea preciziei mersului la acel ceasornic.

Verificarea preciziei mersului constă în fond în compararea indicațiilor ceasornicului cu cele date de un ceasornic etalon (de precizie ridicată). În acest scop ceasornicul de verificat se va arma complet și se compară indicația lui, după o funcționare de 24 h, cu cea a ceasului etalon (care trebuie să fie prevăzut neapărat cu indicator secundar).

În timpul în care ceasornicul este ținut sub observație se notează corecția ceasornicului, adică valoarea care trebuie adăugată indicațiilor ceasornicului pentru a se obține aceeași valoare cu valoarea indicată de ceasornicul etalon.

Valoarea corecției reprezintă diferența dintre valoarea citită de pe ceasornicul etalon și cea indicată de ceasornicul de verificat. Valoarea corecției se notează în momentul începerii verificării și apoi din 24 în 24 h.

Diferența dintre două corecții succesive se numește mersul zilnic. Mersul zilnic reprezintă deci valoarea cu care avansează sau întârzie ceasornicul în 24 h.

Conform definiției corecției o valoare pozitivă a mersului zilnic indică o rămânere în urmă a ceasornicului iar valoarea negativă indică faptul că ceasornicul avansează.

Având în vedere faptul că ceasornicele portabile funcționează în cele mai diferite poziții, se impune ca verificarea să se efectueze în diferite poziții.

Aceste poziții sînt următoarele:

- cu cadranul în sus
- cu cadranul în jos
- cu coroana remontoare în sus
- cu coroana remontoare în jos
- cu coroana remontoare înspre dreapta
- cu coroana remontoare înspre stînga

Semnul
convențional

+

-

0

+

0

+

+

Ceasornicele de calitate foarte bună se verifică în toate aceste poziții iar cele uzuale se verifică în primele patru poziții.

Verificarea funcționării ceasornicului în diferite poziții este necesară deoarece frecarea fusurilor, în special ale balansierului la ceasornicele aflate în poziție orizontală și verticală este diferită. Notându-se abaterile de mers în diferite poziții se va trage concluzia asupra cauzelor care le produc și se trece la eliminarea lor. Este evident că acest procedeu de verificare este greoi, necesită timp îndelungat mai ales dacă se ține seama de faptul că după fiecare intervenție se repetă toată verificarea. La acestea se mai adaugă și complicațiile care rezultă din necesitatea păstrării constante a temperaturii în timpul verificărilor.

Dacă mersul zilnic nu depășește $\pm 30 \dots 40$ s, reglarea se face prin introducerea sau scoaterea unor rondele subțiri, care se află sub șuruburile roții oscilatoare, adică prin modificarea momentului de inerție, sau prin mutarea compasului de reglare, adică modificarea lungimii active a arcului spiral. Dacă însă abaterea înregistrată în 24 h este mai mare, se va modifica momentul de inerție prin înlocuirea șuruburilor de reglare la roata oscilatoare sau modificarea punctului de fixare a capătului arcului spiral în piton.

La ceasornicele de precizie aceste verificări în diferite poziții trebuie extinse pe o durată de câteva zile (10—30 zile), în fiecare poziție urmând a fi făcute în continuare verificări privind influența temperaturii și a altor factori asupra preciziei de funcționare. Aceste verificări speciale și de durată se efectuează în laboratoarele de metrologie.

În prezent există aparate electronice pentru verificarea ceasornicelor, care dau rezultate foarte bune în privința preciziei de funcționare și cu ajutorul cărora, prin operații simple și de durată extrem de redusă, se pot face toate verificările.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Cum se execută verificarea preciziei de funcționare?
2. Care sînt pozițiile de funcționare și ce simbol au fiecare?

CAPITOLUL XIX

APARATE ELECTRONICE PENTRU REGLAREA ȘI CONTROLUL CEASORNICELOR

Progresul tehnic din ultimele decenii a permis construirea unor aparate pentru reglarea și controlul ceasornicelor, care ușurează foarte mult munca ceasornicarilor. Cu ajutorul lor se pot regla ceasornicele într-un

timp foarte scurt. Aparatele electronice au permis automatizarea proceselor de reglare în fabricarea ceasornicelor.

Aparatele de reglare se folosesc numai în fabricile producătoare de ceasornice, pe cînd aparatele de control se folosesc în fabrici, în ateliere de reparații cit și în magazinele mari specializate în desfacerea ceasornicelor.

A. APARATE PENTRU REGLARE

Principalele tipuri de aparate electronice pentru reglarea ceasornicelor sînt de tipul:

- balans — O — matic;
- superspiromatic;
- adjustomatic.

1. Aparatul balans — O — matic

Aparatul balans — O — matic este un aparat electronic complet automatizat pentru echilibrarea balansierului. Fără acest aparat balansierele se echilibrează în mod static, prin îndepărtarea materialului cu ajutorul unui burghiu. Acest mod de echilibrare este greoi, imprecis, cere mult timp și muncitori de înaltă calificare.

Aparatul balans — O — matic echilibrează dinamic balansierul cu turanță ridicată, stabilește exact locul și cantitatea de material ce trebuie îndepărtat și îl îndepărtă automat printr-o singură frezare. Aparatul este deservit de un muncitor cu calificare redusă, care introduce și scoate balansierele din aparat.

2. Aparatul superspiromatic

Aparatul superspiromatic este un aparat care stabilește lungimea arcului spiral, pentru o frecvență de oscilație dată și îndoiește capătul arcului la lungimea stabilită.

Aparatul este prevăzut cu un oscilator etalon cu cuarț a cărui frecvență demultiplicată se compară cu frecvența de oscilație a balansierului introdus în aparat. Pentru ca această comparație să se poată face, se transformă oscilația mecanică a balansierului în oscilație electrică. Cele două capete ale arcului spiral sînt fixate (de balansier și între rolele aparatului) în plane diferite, astfel încît arcul are o formă tronconică și formează o armătură a unui condensator. Cealaltă armătură de aceeași formă este formată de capul de fixare al balansierului. În timpul oscilației arcul spiral

se apropie și se îndepărtează de acest cap și în acest fel capacitatea condensatorului variază cu frecvența de oscilație a balansierului. Capătul liber al arcului spiral se introduce între două role care se rotesc într-un sens sau altul, lungind sau scurtând spiralul pînă cînd frecvența de oscilație a balansierului este cea stabilă.

3. Aparatul adjustomatic

Aparatul adjustomatic este un aparat asemănător cu cel descris anterior, care rotește compasul de reglare al ceasornicului într-un sens sau în celălalt pînă cînd balansierul montat în ceasornic oscilează cu frecvența stabilă. Și balansierele etalonate cu aparatul superspiromatic trebuie reglate după ce s-au montat în ceasornic deoarece spiralul nu se poate fixa întotdeauna în același punct în care a fost ținut în aparat la etalonare.

Aparatele descrise nu se folosesc în atelierelor de reparat pentru că sînt scumpe și folosirea lor nu este justificată decît la reglarea în serie a ceasornicilor de același tip.

B. APARATE PENTRU CONTROL

Pentru controlul ceasornicilor se folosesc două tipuri de aparate electronice:

- ampliscopul;
- vibrograful.

1. Ampliscopul

Ampliscopul este un aparat electronic care măsoară în grade amplitudinea de oscilație a balansierului. Ceasornicul de examinat se așază pe un microfon care transformă sunetele produse de eșapament (tic-tacul) în impulsuri electrice care se amplifică și se aplică unui osciloscop catodic al cărui spot luminos descrie o oscilogramă pe ecranul aparatului.

Cu ajutorul unui comutator se poate obține oscilograma normală a eșapamentului (fig. 130, a), oscilograma despărțită la intrare și la ieșire (fig. 130, b) și oscilograma de măsurare a elongației (fig. 130, c) pe o scală dată a ecranului. De pe oscilogramă se pot observa anumite defecte în funcționarea eșapamentului. Ampliscopul este prevăzut cu un mic difuzor cu care se pot asculta sunetele din eșapament, amplificate. Unele aparate sînt prevăzute cu un dispozitiv de înregistrare pe o bandă de hîrtie a oscilogramelor. De pe o astfel de oscilogramă se poate observa va-

riația amplitudinii în timp și de aici se pot deduce anumite defecte în angrenaj.

Ampliscopul se folosește numai în fabricile constructoare de ceasornice și foarte rar în atelierelor de reparat.

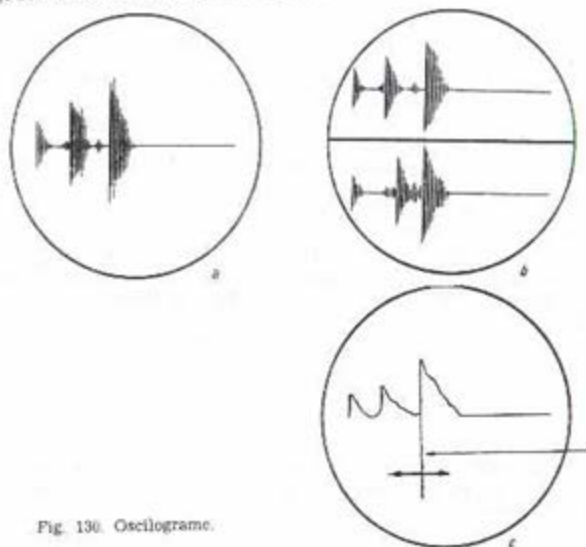


Fig. 130. Oscilogramme.

2. Vibrograful

Vibrograful este cel mai răspîndit și mai util aparat pentru verificarea ceasornicilor. El se folosește în fabricile de ceasornice, în atelierelor de reparat cît și în magazinele specializate în desfacerea ceasornicilor. Cu ajutorul vibrografului se poate determina precizia de mers a ceasornicilor și se pot depista o serie de defecte de funcționare.

a. **Principiul de funcționare.** Vibrograful compară frecvența de oscilație a ceasornicului cu frecvența etalon a unui generator cu cristal de cuarț. Rezultatul se înregistrează pe o bandă de hîrtie.

Vibrograful se compune din trei părți principale reprezentate schematic în figura 131:

- etalonul de timp constituit din generatorul cu cristal de cuarț 1, demultiplicatorul de frecvență 2 și amplificatorul 3;
- dispozitivul de înregistrare compus din microfonul 4, amplificatorul 5 și releul 6;
- dispozitivul de comparare compus din motorul sincron 7, electromagnetul 8, mecanismul de avans pentru banda de hîrtie 9 și cel pentru panglica de imprimare 10.

Generatorul cu cristal de cuarț are o anumită frecvență de oscilație de o constanță foarte mare care este demultiplicată, obținându-se câteva trepte de frecvență uzuale în ceasornicărie. Tensiunea furnizată de oscilatorul de cuarț este amplificată în amplificatorul 3 și folosită pentru

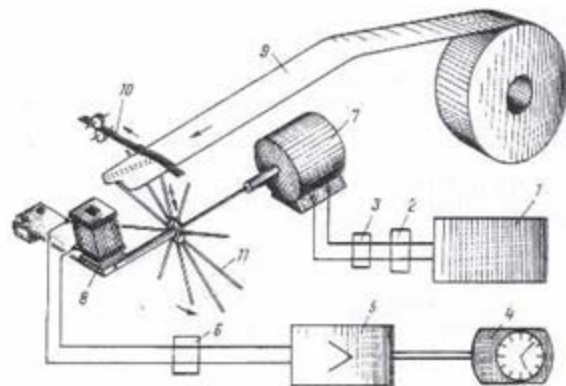


Fig. 131. Schema vibrografului.

alimentarea motorului sincron 7, care antrenează cu o viteză riguros constantă, steaua de imprimare 11 și rola de avans pentru banda de hirtie 9 și panglica de imprimare 10.

Ceasornicul de verificat se așază pe microfon (la ceasornicele mari, deșteptătoare, de perete etc. microfonul se prinde de ceasornic cu o clemă) care transformă sunetele produse de eșapament în impulsuri electrice. Aceste impulsuri, amplificate, acționează asupra unui releu (tiratron) care comandă electromagnetul 8. La fiecare tic-tac al ceasornicului armătura electromagnetului ridică steaua astfel încât unul dintre virfurile ei apasă pentru o fracțiune de secundă banda de hirtie pe panglica de imprimare, imprimând un mic punct de bandă.

Dacă frecvența ceasornicului coincide cu frecvența etalon, steaua va fi totdeauna în aceeași poziție față de direcția de înaintare a benzii, iar punctele imprimate pe aceasta vor fi toate egal distanțate față de majorarea benzii (fig. 132-1).

Dacă ceasornicul grăbește, cele două linii punctate, corespunzător celor două sensuri de oscilație ale balansierului, vor fi înclinate spre dreapta (fig. 132-2). Cu cât ceasornicul grăbește mai mult cu atât liniile punctate vor fi mai înclinate. Același lucru este valabil și când ceasornicul întârzie, cu deosebire că liniile vor fi înclinate spre stînga (fig. 132-3).

Cu ajutorul unei scale transparente se poate citi direct cu cite secunde grăbește sau întârzie în 24 h ceasornicul examinat.

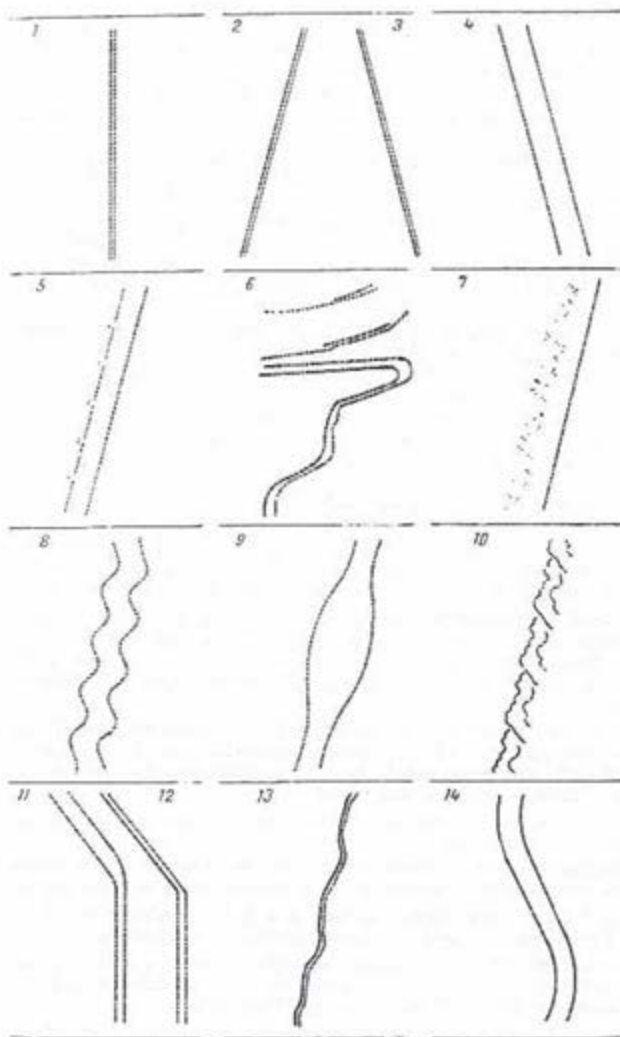


Fig. 132. Vibrograme.

b. **Interpretarea diagramei vibrografului.** Diagrama vibrografului (vibrograme) este formată din cele două linii punctate tipărite pe banda de hirtie. În afară de precizia mersului vibrograma indică multe alte aspecte legate de funcționarea corectă a ceasornicului.

1) **Mersul precis** (fig. 132-1) se caracterizează prin una sau de cele mai multe ori două linii punctate paralele cu banda de hirtie. Distanța vibrogramei de marginea benzii nu prezintă importanță.

2) **Grăbirea și întârzierea** (fig. 132-2, 3) sînt indicate de înclinarea vibrogramei. Înclinarea spre dreapta înseamnă grăbirea și înclinarea spre stînga întârzierea ceasului. Valoarea exactă a devierii momentane în 24 h se poate citi pe o scală în secunde sau minute. Reglarea ceasornicului se face manual cu ajutorul compasului. Se recomandă ca ceasornicele portabile să fie verificate în diferite poziții, cu arcul jumătate desfășurat, deoarece în timpul funcționării, pe brațul posesorului, ele ocupă diverse poziții.

3) **Semiperioade inegale** (șchiopătatură) se caracterizează prin distanță mare între cele două linii punctate (fig. 132-4).

Pentru remediere se corectează poziția de repaus a balansierului prin rotirea butucului arcului spiral pe axul balansierului.

4) **Un dinte al roții eșapamentului este deteriorat.** În acest caz o linie a vibrogramei este neregulată (fig. 132-5). Această neregularitate se repetă la fiecare al cincisprezecelea punct. Ea poate să apară pe ambele linii ale vibrogramei.

Pentru remediere se înlocuiește roata eșapamentului.

5) **Știftul balansierului lovește în furcă.** Vibrograma este în general în trepte (fig. 132-6). Dacă vibrograma are porțiuni normale și porțiuni în trepte înseamnă că știftul balansierului nu lovește încontinuu furca.

Pentru remediere se înlocuiește arcul motor cu unul mai slab.

6) **Defecte de eșapament.** Vibrograma constă dintr-o linie normală și din puncte așezate dezordonat (fig. 132-7). Aceasta înseamnă că eșapamentul funcționează numai pe o parte corect (întrare sau ieșire). În acest caz se examinează știftul (paleta) de ridicare, ancora și unghiul de repaus.

7) **Roata eșapamentului are bătaie radială.** Vibrograma constă din două linii ondulate (fig. 132-8). Perioada undulației este de 15 puncte. Dacă undulațiile sînt neregulate, atunci roata eșapamentului are un joc radial mare (lagărele și furcile sînt uzate).

Pentru remediere se înlocuiește roata (cînd aceasta are bătaie) sau axul (cînd furcile sînt uzate).

8) **Elongația oscilației balansierului este inconstantă.** Vibrograma arată două linii care se îndepărtează și se apropie între ele (fig. 132-9).

În acest caz se examinează lagărele și fusurile balansierului, ungerea și în general toate elementele care influențează amplitudinea.

9) **Balansierul primește impulsuri variabile.** În acest caz vibrograma este neregulată (fig. 132-10). Transmiterea forței la balansier se face defectuos datorită murdăriei, lipsei de ulei sau altor cauze.

Pentru remediere se curăță complet mecanismul, se unge, se demagnetizează și se examinează cu atenție angrenajul.

10) **Defectul de izocromism** se caracterizează printr-o vibrogramă care își schimbă direcția cînd ceasul își schimbă poziția sau cînd se arnează arcul motor (fig. 132-11). Defectul de izocromism poate să apară atunci cînd arcul spiral are un joc prea mare în compas.

Remedierea acestui defect este foarte dificilă. Se controlează jocul spiralului în compas, starea furcilor balansierului, starea lagărelor, ungerea și funcționarea eșapamentului.

11) **Balansierul neechilibrat** produce o vibrogramă care își schimbă direcția imediat cînd ceasornicul dintr-o poziție verticală este rotit cu

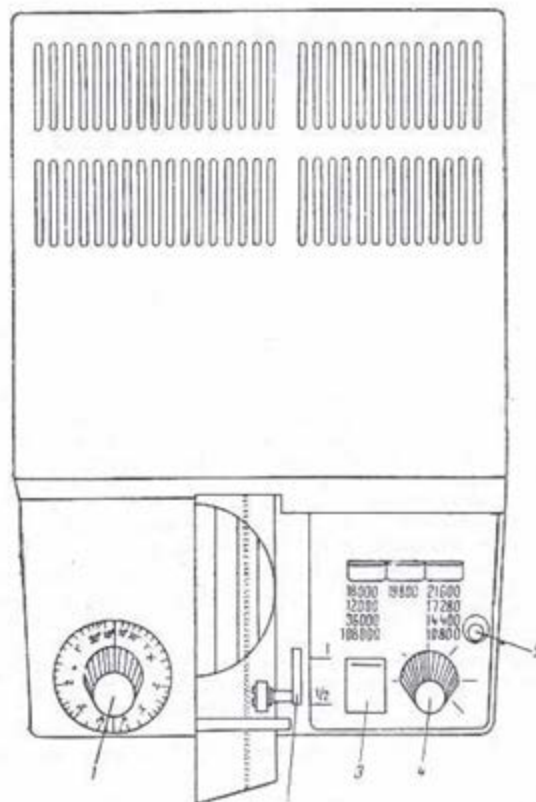


Fig. 133. Manipularea vibrografului.

180° (fig. 132-12). În acest caz se echilibrează balansierul sau se înlocuiește cu unul nou echilibrat.

12) *Jocurile mari în lagărele eșapamentului și defectele de angrenare* produc o vibrogramă ondulată neregulată (fig. 132-13). Se controlează jocurile și roțile dinate. Fusurile uzate și roțile defecte se înlocuiesc.

13) *Transmiterea neregulată a forței în mecanismul de transmisie* produce o vibrogramă cu undulații mari (fig. 132-14). Pentru a se putea depista locul defectului în angrenaj se recomandă să se înregistreze o vibrogramă lungă, cu viteză redusă a benzii. Cunoșcându-se perioada undulației se poate deduce locul defectului. În orice caz se recomandă demontarea mecanismului, curățirea și ungerea lui. Se vor controla jocurile în lagăre și starea dinților elementelor dinate. Piese defecte se vor înlocui.

c. *Domeniul de utilizare a vibrografului.* Cu ajutorul vibrografului se pot controla toate tipurile de ceasornice (de perete, deșteptătoare, de mină, cu eșapament tip ancoră, Roskopf, cilindru, electronice etc.).

Pentru controlul ceasornicelor electrice microfonul obișnuit se va înlocui cu un microfon inductiv, iar pentru controlul ceasornicelor cu diapazon mai este necesar un aparat suplimentar.

Vibrograful este prevăzut cu un difuzor pentru a putea asculta sunetele amplificate produse în ceasornic în timpul funcționării.

d. *Manipularea vibrografului B 100 de fabricație elvețiană.* Dacă s-a așezat ceasornicul de verificat pe microfon se pune vibrograful în funcțiune prin rotirea butonului 4 spre dreapta, momentul în care se aprinde lampa de control 5, (fig. 133). După vreo 15 s, timpul necesar pentru încălzire, se apasă una din clapetele corespunzătoare frecvenței de oscilație a ceasornicului. Se fixează pîrghia 2, care produce avansul benzii pe poziția 1 sau 1/2 și se apasă butonul 3 pînă cînd banda începe să înainteze. Cu ajutorul butonului 4 se poate obține amplificarea dorită.

Cu ajutorul butonului 1 se rotește scara transparentă pînă cînd marcajul scării este paralel cu vibrograma. În această poziție se citește precizia de mers a ceasornicului în secunde sau minute în 24 h.

Cînd pîrghia 2 se află în poziția 1/2 (viteza redusă a benzii) valoarea citită pe scară trebuie dublată pentru a se obține o precizie reală.

Pentru a se opri imprimarea vibrogramei se apasă ușor pe butonul 3.

Pentru a se obține o vibrogramă corectă, aparatul se va instala într-o încăpere fără trepidații și zgomote.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce aparate se folosesc pentru reglarea ceasornicelor?
2. Care sînt aparatele pentru controlul ceasornicelor?
3. La ce se folosește ampliscopul?
4. Care este principiul de funcționare al vibrografului?
5. Ce defecte ale ceasornicului se pot deduce din vibrogramă?
6. Ce ceasornice se pot verifica cu vibrograful?
7. Cum se verifică ceasornicele cu vibrograful?

PARTEA A DOUA

Cronometrul și cronograful

CAPITOLUL I

EȘAPAMENTUL DE CRONOMETRU

1. Generalități

Cuvîntul cronometru se compune din două cuvînte ce provin din limba greacă: *chronos* = timp și *metron* = a măsura. Cronometrare ar însemna deci măsurarea timpului. De fapt fiecare ceasornic este un instrument sau aparat pentru măsurarea timpului, însă în specialitatea de ceasornicrie se numește cronometru numai acel ceasornic care este prevăzut cu un eșapament de tip cronometru.

Pentru a se obține rezultatele cele mai bune este necesar ca întregul mecanism de roți dinate al ceasornicului (cronometruului) să fie astfel executat încît să satisfacă cerințele cele mai înalte privind calitatea, deoarece precizia de mers a ceasornicelor nu depinde numai de eșapament, ci de toate elementele componente inclusiv arcul motor.

La toate eșapamentele descrise anterior, balansierul primește un impuls în ambele sensuri de oscilație, pe cînd eșapamentul de cronometru este astfel construit încît balansierul primește un impuls numai într-un singur sens, iar oscilația în celălalt sens se face fără impuls. Această rezolvare prezintă următoarele avantaje, foarte importante pentru obținerea unei precizii mari de măsurare:

- utilizarea la maximum de către eșapament a forței disponibile;
- efectuarea unui lucru mecanic minim de către balansier la eliberarea eșapamentului;
- transmiterea forței direct asupra balansierului în sensul de rotație a roții eșapamentului, dar fără o inversare ca în cazul ancorei;

— unghiul de oscilație atinge valori maxime.
Cronometrul de marină servește la verificarea cronometrelor portabile și cronografele ca ceas etalon.

2. Tipuri constructive

Există două variante fundamentale ale eșapamentului de cronometru:

- eșapamentul de cronometru cu arc de așezare;
- eșapamentul de cronometru cu pirghie de așezare.

a. Eșapamentul de cronometru cu arc de așezare (fig. 134). Roata eșapamentului 10 de alamă este prevăzută cu dinți de forma arătată în figură. Arcul de așezare 6 executat din OL este fixat de suportul 9 prin intermediul pieselor 7 și 8. Partea arcuitoare 7 se compune din două lame subțiri asemănătoare suspensiei pendulului. În partea îngroșată a arcului 6 se fixează o piatră 4, numită piatră de așezare, al cărei plan de tăiere arc o anumită înclinație față de direcția radială a roții.

De arc de așezare 6 se fixează un arc subțire de eliberare 5 care este executat uneori din aur. Acesta se sprijină pe un cîrlig cu care se termină piesa 6. La această extremitate grosimea arcului de eliberare este de obicei mai mare decît la punctul de fixare și este cuprinsă între

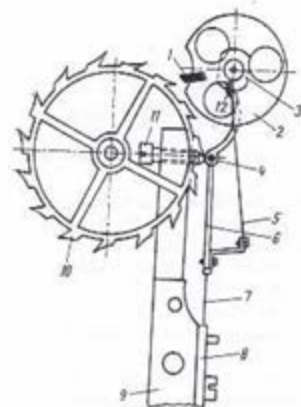


Fig. 134. Eșapamentul de cronometru cu arc de așezare.

0,03 și 0,07 mm. Șurubul limitator 11 servește la reglarea adîncimii de pătrundere a pietrei de așezare în interiorul circumferinței exterioare a roții eșapamentului. Pe axul balansierului sînt așezate rola de impuls (rola mare) 2 și rola de eliberare 3. Pe rola de impuls este fixată paleta

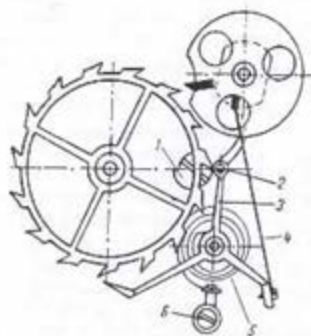


Fig. 135. Eșapamentul de cronometru cu pirghie de așezare.

de impuls 1. În rolă sînt practicate niște orificii care au drept scop reducerea greutateii. În rola de eliberare este fixată piatra de eliberare 12.

Acest eșapament se folosește de obicei la cronometrele de marină.

b. Eșapamentul de cronometru cu pirghie de așezare (fig. 135). Pirghia 3 are o axă de rotație față de care este echilibrată. Pe axul pirghiei este așezat arcul spiral 5, al cărui capăt interior este fixat de pirghie, iar capătul exterior se prinde de un butuc fix 6. Acest arc apasă pirghia pe punctul de sprijin al excentricului 1, cu ajutorul căruia se poate regla adîncimea de pătrundere a pietrei de așezare 2 — în interiorul circumferinței roții eșapamentului.

Pirghia de așezare are trei brațe: într-unul este fixată piatra de așezare, de celălalt braț este fixat arcul de eliberare 4, iar brațul al treilea este destinat asigurării roții eșapamentului, pentru ca aceasta să nu se poată roti cînd balansierul este demontat (scos) împreună cu roțile.

Acest fel de eșapamente se folosesc la cronometrele de buzunar.

3. Funcționarea eșapamentului de cronometru

În figura 136 sînt reprezentate cinci poziții succesive de funcționare a eșapamentului.

În poziția I, balansierul împreună cu rola de impuls și de eliberare se mișcă complet liber în sensul indicat spre poziția mijlocie sau de eliberare, parcurgînd unghiul suplimentar. Dintele roții eșapamentului se sprijină pe piatra de așezare și roata este ținută de aceasta în repaus.

În poziția a II-a este arătat momentul în care piatra de eliberare atinge arcul de eliberare. Piatra de eliberare este în contact cu arcul de eliberare pînă cînd balansierul ajunge în poziția mijlocie. În acel moment piatra de eliberare apasă asupra arcului de eliberare și acesta, fiind fixat de pirghie, obligă pirghia să se rotească. Astfel se va elibera roata eșapamentului.

Poziția a III-a fixează momentul în care roata eșapamentului este deja eliberată. Ea se va roti liber cu unghiul α , adică pînă cînd dinte 3 cade pe suprafața funcțională a paletelor de impuls. În momentul în care dinte 3 atinge paleta de impuls, începe procesul de transmitere a impulsului.

În poziția a IV-a procesul de transmitere a impulsului continuă. Dintele 3 mai alunecă pe suprafața de lucru a paletelor de impuls. În clipa în care piatra de eliberare eliberează arcul de eliberare pirghia, sub acțiunea arcului spiral, se întoarce în poziția din care a plecat, adică pătrunde în interiorul circumferinței exterioare a roții eșapamentului.

După ce dinte 3 părăsește piatra de impuls, dinte 2 cade pe suprafața pietrei de așezare; roata eșapamentului se va opri, iar balansierul va parcurge unghiul suplimentar spre dreapta față de poziția de echilibru.

În poziția a V-a, la mișcarea balansierului în sens antiorar pirghia de așezare și roata eșapamentului rămîn nemiscate (fixe), iar arcul de eliberare, în momentul de întîlnire a lui cu piatra de eliberare și anume

cu fața posterioară a acestuia, se va îndoi spre stînga, ca ulterior, după ce a ieșit de sub acțiunea pietrei de eliberare, să revină în poziția inițială.

Intrucît acest arc este extrem de subțire și slab, balansierul va consuma o energie extrem de mică pentru a produce îndoirea arcului. În acest fel balansierul va primi un impuls numai dacă oscilează în sens antiorar.

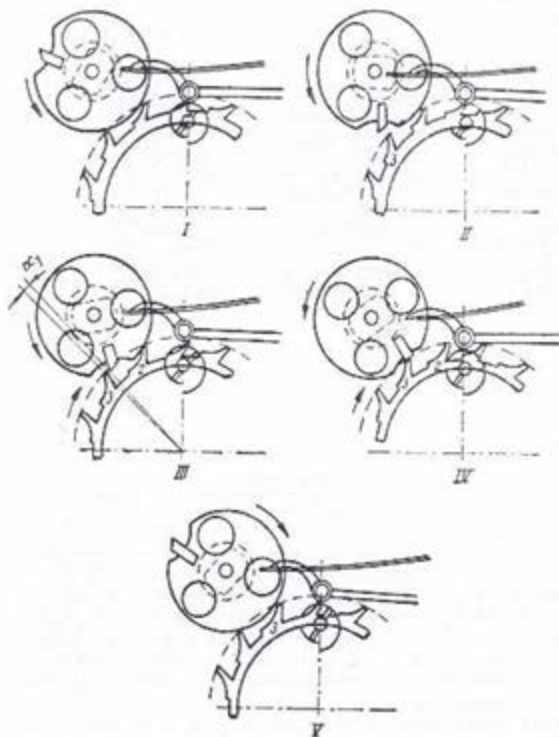


Fig. 136. Funcționarea eșapamentului de cronometru.

Această oscilație se numește oscilație de lucru spre deosebire de oscilația de mers în gol sau moartă, întrucît la această oscilație roata eșapamentului rămîne imobilă. Oscilația de mers în gol a balansierului este practic liberă în timp ce oscilația de lucru a balansierului este liberă numai pe perioada în care acesta parcurge unghiul suplimentar.

Mișcarea neliberă a balansierului se determină cu ajutorul unghiului de impuls care reprezintă circa 40° . Dacă amplitudinea de oscilație este de circa $220-270^\circ$, balansierul, în timpul perioadei, va parcurge un unghi de circa 1000° . Rezultă deci că aproximativ 4% din oscilația balansierului nu este liberă și pentru circa 96% din drumul său balansierul va oscila liber.

La eșapamentul de cronometru, în timpul funcționării, se vor produce lovituri însoțite de zgomote (asemănătoare acelor care au loc la un eșapament ancoră). În timpul mișcării de lucru a balansierului se va produce o lovitură a pietrei de eliberare de pîrghia (arc) de așezare.

Ca rezultat al acestei lovituri pîrghia de așezare va avea o viteză mai mare decît cea a știftului balansierului (care și-a pierdut o parte din viteză). Pîrghia de așezare de îndată ce primește această lovitură o va transmite instantaneu roții eșapamentului. În acest fel lovitură a 2-a se va produce între piatra de așezare și dintele roții eșapamentului care se sprijină pe această piatră, iar rola se va roti puțin înapoi. Lovitura a 3-a se va produce între piatra de eliberare și pîrghia de așezare care a pierdut din viteză în clipa în care s-a produs lovitură a 2-a. În sfîrșit, la mișcarea balansierului în sens contrar se va produce lovitură pietrei de eliberare asupra arcului de eliberare. După aceasta roata eșapamentului va cădea pe piatra de așezare producînd încă o lovitură.

4. Dezavantajele eșapamentului de cronometru

1) *Oprirea în poziția de așezare.* Dacă cronometrul se oprește datorită unei cauze oarecare, el nu va reîncepe să meargă în clipa în care cauza a fost îndepărtată. Pentru a-l pune în funcțiune trebuie să se deplaseze balansierul din poziția lui de echilibrare și să fie eliberat.

2) *Galoparea la naștere cînd, ocazional, anumite șocuri sau impulsuri prea puternice măresc elongația de oscilație a balansierului peste 360° (într-un sens). Avînd o astfel de elongație, piatra de eliberare va elibera de două ori rola eșapamentului pentru o perioadă (pentru o oscilație completă). Ca urmare a acestui fapt, indicația cronometrului va fi incorectă deoarece în timpul unei oscilații de lucru, balansierul va forma un număr dublu de impulsuri, adică două, ceea ce menține o elongație prea mare și în continuare.*

3) *Pornirea neprevăzută* (adică nu la timpul sau momentul pornirii cronometrului) eventual din cauza unui șoc brusc este al treilea dezavantaj.

5. Compararea între cele două tipuri de eșapament de cronometru

Eșapamentul de cronometru cu arc de așezare are avantajul unei frecări minime și constante în mișcarea arcului de așezare (lipsește axul). Acest fapt asigură o mare precizie de funcționare a cronometrului.

Dezavantajele acestui tip sînt:

— dificultatea executării arcului de așezare dintr-o singură bucată de oțel;

— dezechilibrul arcului de așezare face eșapamentul sensibil la șocuri, provocînd eventual o pornire necomandată;

— dezechilibrul arcului de așezare face ca elongația oscilației să depindă de poziția arcului, în măsura în care greutatea acestuia va ajuta sau va împiedica mișcarea roții eșapamentului.

Datorită frecării minime, acest tip de eșapament se folosește la cronometrele cele mai precise și anume la cronometrele de marină sau masă.

Cronometrul de marină se fixează într-o casetă care asigură o suspensie bună și în același timp asigură o poziție orizontală a cadranelui. Pentru a funcționa cu precizie cronometrul trebuie păstrat în poziție constantă și ferit de șocuri.

Varianta a doua (cu pîrghie de așezare) se caracterizează prin aceea că datorită echilibrării pîrghiei de așezare se obține o anumită insensibilitate față de șocuri și o schimbare a poziției cronometrului.

Dezavantajele acestui eșapament constau într-o frecare prea mare din cauza prezenței axului pîrghiei de așezare. Din această cauză eșapamentul cu pîrghie de așezare nu poate asigura precizia dată de eșapamentul cu arc de așezare.

Eșapamentul cu pîrghie de așezare este folosit la cronometrele de buzunar care nu pot fi protejate în mod absolut contra șocurilor. În condițiile transportului în buzunar ele nu dau rezultate mai proaste decît ceasornicele ancoră de calitate superioară.

Eșapamentele de cronometru nu pot fi folosite la ceasornicele de buzunar întrucît ele sînt lipsite de dispozitivele de siguranță cu care sînt prevăzute eșapamentele ancoră.

6. Considerații generale privind cronometrele

În mod normal roata eșapamentului are și în acest caz 15 dinți. Raportul de transmisie între axa secundarului și roata eșapamentului depinde de perioada de oscilație a balansierului. La cronometrele de marină și de masă perioada de oscilație este de 0,5 s sau de 6/13 s. La cronometrele de buzunar perioada de oscilație este de 0,4 s. Trebuie însă subliniat că, deoarece impulsul se transmite într-un singur sens, perioada de oscilație corespunde unei oscilații complete în ambele sensuri și nu unei semioscilații (cazul ceasornicelor descrise pînă aici).

Cronometrul de marină este echipat cu un arc elicoidal (fig. 137) în locul obișnuitului arc spiral. Între cele două dimensiuni ale secțiunii sale l și h , trebuie să se respecte următoarea proporție:

$$\frac{l}{h} = \frac{3}{5}$$

Arcul de obicei are 12 spire inclusiv curbele terminale. În anumite situații se vor întîlni și arcuri cu 11 sau 13 spire. În cazuri cu totul ex-

cepționale din lipsă de spațiu se mai poate utiliza și un arc cu 10 spire. Diametrul de înfășurare exterior al arcului este circa 1/3 din diametrul balansierului. Din figură rezultă că arcul se destinde și se înfășoară asimetric în schimb își păstrează poziția verticală, lucru care prezintă o importanță deosebită.

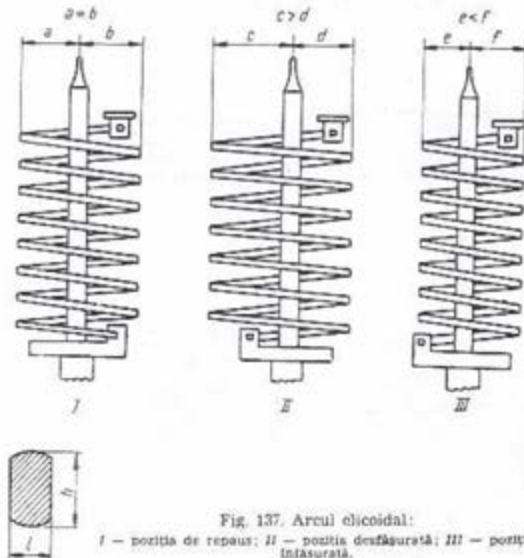


Fig. 137. Arcul elicoidal:

I — poziția de repaus; II — poziția desfășurată; III — poziția înfășurată.

Pentru a se obține o precizie de funcționare ridicată a cronometrelor de marină este necesar un moment motor cât mai constant. Mecanismul motor special din figura 138 compensează variația forței arcului în timpul destinderii. Pe caseta arcului 2, ce se poate roti în jurul axului central, este înfășurat un lăntșor 3, care se înfășoară și pe piesa tronconică 1 prevăzută cu canale elicoidale montate rigid pe axul de armare 4. Pe acest ax este montată mobil și roata motoare, prevăzută cu un mecanism cu clichet cu moment ajutător.

La armare prin rotirea axului 4 se va roti și piesa tronconică. Lăntșorul se va înfășura pe această piesă desfășurîndu-se de pe casetă. Prin rotirea casetei arc motor se armează. În timpul funcționării lăntșorul se desfășoară de pe piesa tronconică și se înfășoară pe exteriorul casetei.

Se observă că la starea complet armată, cînd forța arcului este maximă aceasta transmite prin lăntșorul piesei tronconice în zona în care raza (respectiv brațul) este minimă. Dimpotrivă cînd arcul este aproape desfășurat, forța lui fiind mică, aceasta se transmite piesei

tronconice prin lănișor în zona în care raza (brațul) este maximă. Prin alegerea corectă a legii de variație a razei piesei tronconice se poate obține un moment motor constant.

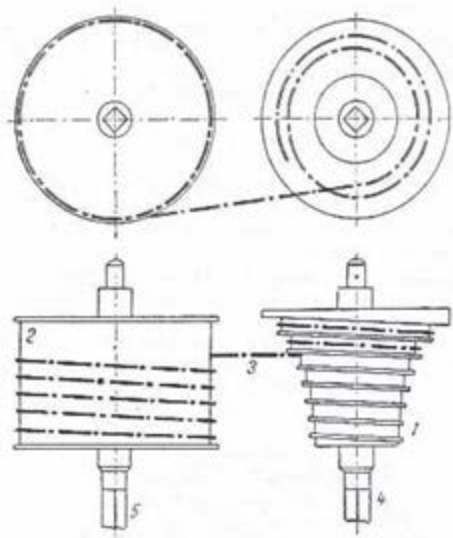


Fig. 138. Mecanismul motor al cronometrelor de marină.

Trebuie menționat că cronometrele de marină sînt prevăzute și cu un dispozitiv de limitare a zonei de utilizare a arcului fie cu cruce de Malta, roți dințate etc. Acest dispozitiv se reglează cu ajutorul axului 5 pe care se rotește casceta.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Prin ce se caracterizează echipamentul de cronometru și ce avantaje prezintă?
2. Care sînt părțile componente ale echipamentului de cronometru cu arc de așezare?
3. Dar ale celui cu pîrghie de așezare?
4. Descrieți funcționarea echipamentului de cronometru?
5. Comparați cele două tipuri de echipamente!
6. Prin ce se caracterizează b'ansierul cronometrului de marină?

CAPITOLUL II

CRONOGRAFUL

Prin cronograf se înțelege un mecanism de ceasornic, prevăzut cu un mecanism suplimentar care este în stare să măsoare intervalele mai mari sau mai mici de timp cu o precizie destul de ridicată.

1. Cronograful obișnuit

Cronograful obișnuit numit și ceasornicul cronometru este în principiu un ceasornic de buzunar sau de mină, echipat cu un mecanism anexă care să-i permită în afara indicării permanente a timpului și măsurarea unor intervale scurte de timp. Pentru a permite citirea acestor intervale de timp cadranul unui cronograf trebuie să prezinte divizări suplimentare. În figura 139 este reprezentat un astfel de cadran. Indicatorul secundar periferic (mic) din stînga va înregistra secunde diferite mersului normal al ceasornicului, adică are o legătură cinetică obișnuită cu indicatorul minutar (central) și cel orar.

Indicatorul secundar central servește la măsurarea secundelor intervalului de timp. Pentru o citire cât mai precisă o diviziune este subdivizată în cinci părți. Împărțirea periferică din dreapta servește la citirea numărului de minute, adică deasupra ei se va mișca un indicator minutar.

Partea mecanismului care servește la măsurarea intervalelor de timp nu este cuplată în permanență. Ceasornicul va funcționa în permanență, iar măsurarea unui anumit interval de timp se va comanda prin apăsarea unui buton care realizează cuplarea părții de măsurat intervale de timp cu mecanismul propriu-zis al ceasornicului. De aceea acest aparat se numește și ceasornic cronometru.



Fig. 139. Cadranul cronografului.

În figura 140 este reprezentat cronograful în poziție de repaus. Axul 1 al roții secundare este prelungit și pe această parte este montată roata dințată 2 care angrenează cu roata dințată 3. Aceasta va antrenă roata secundară centrală 4. Este evident că numărul de dinți al

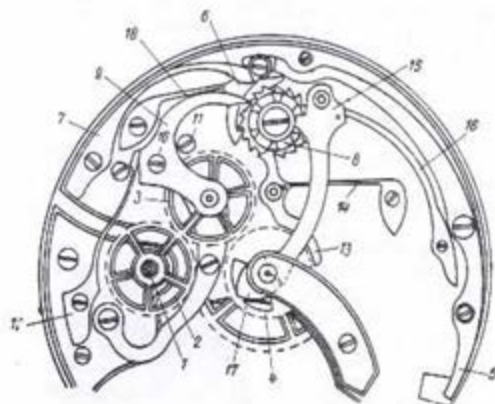


Fig. 140. Cronograful în poziția de repaus

acestor roți este astfel ales încât între axul secundar periferic și cel central să existe un raport de transmisie egal cu 1. Axul secundar 1 se va roti în timpul funcționării ceasornicului, pe când axul secundarului central va fi pus în mișcare numai la comanda de „pornire” a cronografului. Aceasta se observă și din figură unde roțile dințate 3 și 4 nu se află în angrenare pentru poziția de repaus. Aceste roți au o dantură specifică, de formă triunghiulară (fig. 141, a și b) care elimină jocul radial dintre dinți astfel încât în momentul comenzii de pornire roata secundară centrală 4 să pornească fără întârziere. De obicei această roată are 150 de

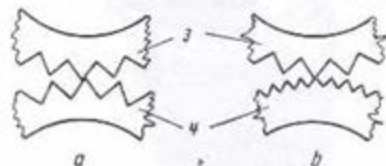


Fig. 141. Dantura roților cronografului.

dinți la cronometrele de construcție mai vechi și 300 de dinți la cele moderne. Este evident că eroarea indicației indicatorului secundar central va fi cu atât mai mică cu cât numărul de dinți al roții centrale 4 este mai mare corespunzător unui unghi de rotație pentru o secundă (fig. 141, b).

Butonul de comandă al cronografului este fixat pe carcasă în dreptul cifrei 2. La o apăsare a butonului de comandă, brațul 5 (v. fig. 140) prin intermediul ghearei 6, apăsată fiind de arcul 7 va produce o rotație cu o diviziune a roții de cuplare 8. Această roată de cuplare are trei poziții distincte corespunzător momentelor de pornire (funcționare), oprire și aducere la zero a indicatoarelor. Arcul 18 asigură poziționarea roții de cuplare care are dinți de clichet. Roata de cuplare 8 rotindu-se cu o diviziune va elibera brațul 9. Acesta, apăsând de către arcul 12 va realiza angrenarea între roata intermediară 3 și roata secundară centrală 4. Astfel cronograful a pornit. Punctul de oscilație 10 al brațului 9 permite o reglare a angrenării dintre roțile 3 și 2.

Tamponul 11 servește pentru potrivirea angrenării între roțile dințate 3 și 4. Înainte de a se porni cronograful, brațul de aducere la zero este scos din roata de cuplare. În figura 142 este reprezentat cronograful în poziția de funcționare (mers).

La a doua apăsare a butonului mecanismul cronograf se va opri (fig. 143). Roata de cuplare 8 (v. fig. 140) rotindu-se datorită înălțărilor frontale va acționa asupra brațului 9 în așa fel încât roata 3 iese din angrenarea cu roata dințată 4. O dată cu aceasta roata de cuplare 8 acționează brațul de frinare 13 aflat sub acțiunea arcului 14 și se va produce frinarea (oprirea) roții 4. Printr-o nouă apăsare a butonului de comandă frina 13 eliberează roata 4, iar brațul de aducere la zero 15, acțio-

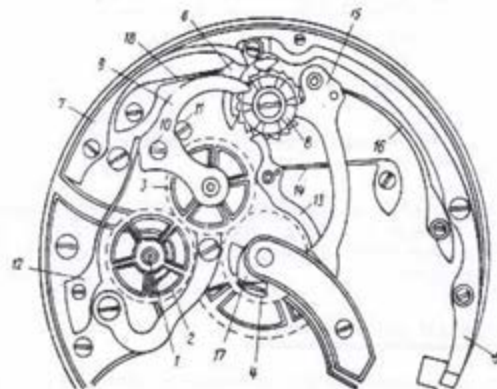


Fig. 142. Cronograful în funcționare.

nat de roata de cuplare și sub acțiunea arcului 16, va provoca aducerea indicatorului secundar la zero.

Aducerea la zero constituie o problemă de bază a cronografelelor. În principiu problema este rezolvabilă prin utilizarea unei came-disc de forma inimii 17, având circumferința formată din două spirale Arhi-

mede (fig. 144, a). Această camă se caracterizează prin faptul că sub acțiunea unei forțe de apăsare aplicată din exterior se va roti totdeauna până într-o poziție precis determinată, în care punctul de aplicare al for-

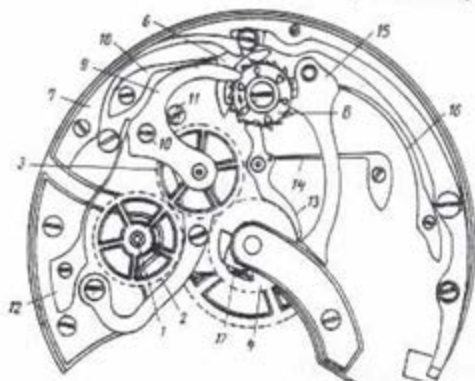


Fig. 143. Cronograful în poziția oprită.

tei este cel mai apropiat de centrul de rotație. Erorile de aducere la zero ating totuși valori de 0,6—0,8 s. Un sistem mai nou este arătat în figura 144 b, unde erorile se reduc la 0,2—0,4 s.



Fig. 144. Cama de aducere la zero a indicatorului.

În figura 145 este reprezentată cama-disc de aducere la zero, împreună cu indicatorul.

Cronograful este prevăzut și cu un indicator minutar suplimentar periferic, pentru numărarea minutilor intervalului de timp pe o divizare a cadranelui care cuprinde în mod obișnuit 30 sau 45 de min.

După felul în care se mișcă indicatorul minutar al cronografului se deosebesc trei sisteme:

- numărarea printr-un angrenaj continuu, adică rotirea înceată;
- numărarea înceată cu salturi;



Fig. 145. Cama de aducere cu indicatorul.

— numărarea prin salturi din minut în minut (se folosește din ce în ce mai rar).

În figura 146, a este reprezentat sistemul de numărare continuu. Roata de cuplare 1 comandă prin brațul 2 intrarea în angrenare a roții 3

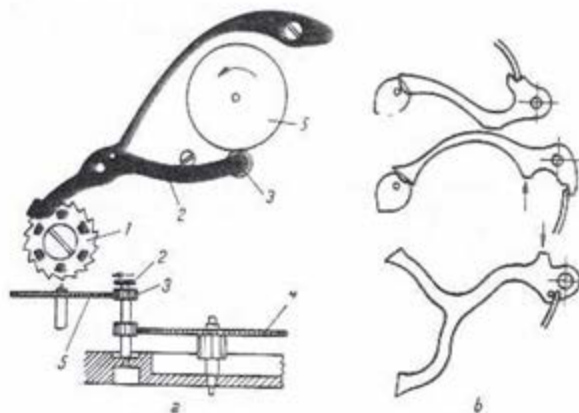


Fig. 146. Numărarea continuă a minutilor:
a — funcționare; b — pârghia de aducere.

cu roata 5 care este roata minutară a cronografului. Roata dințată 3 primește mișcarea de la roata intermediară 4. Astfel indicatorul minutar va avea o mișcare continuă. La fel ca și indicatorul secundar, indicatorul minutar trebuie să permită aducerea rapidă la poziția zero. Pentru aceasta trebuie să se desfacă angrenajul dintre roțile 3 și 5, iar sărirea indicatorului minutar la diviziunea zero se realizează în mod absolut similar cu sistemul descris la indicatorul secundar.

Astfel la un cronograf se vor întâlni fie două brațe de aducere separate, fie unul singur prevăzut cu două ramificații care apasă fiecare pe o camă (fig. 146, b).

În ultimul timp se folosește sistemul de numărare înceată în salturi (fig. 147). Pe roata secundară se aplică o

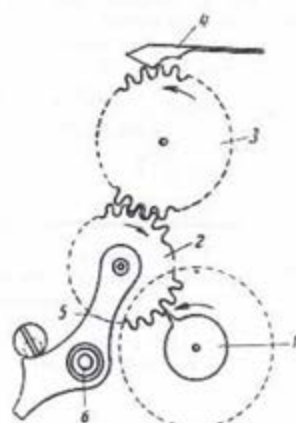


Fig. 147. Numărarea înceată cu salturi.

roată 1 cu un singur dinte 1. Astfel la secunda a 58-a a fiecărui minut, prin intermediul roții 2, se va roti roata minutară 3 cu un dinte. În intervalul secundelor 58—60 roata minutară 3 se va roti cu un dinte obligând arcul 4 să sară peste un dinte. Rolul arcului 4 constă în asigurarea unei poziții bine determinate a roții minutare în care aceasta este în repaus. Pentru aducerea la zero a indicatorului minutar este necesar să se desfășoare angrenajul 1, 2, prin oscilarea brațului 5 în jurul punctului 6.

2. Tipuri constructive

a. **Cronograful pentru mai multe intervale de timp.** Acest cronograf este prevăzut cu două butoane de comandă, primul (I) în dreptul cifrei 2 a cadranelui, iar al doilea (II) în dreptul cifrei 4. Butonul I comandă pornirea și oprirea cronografului, iar butonul II servește la aducerea indicatorilor la poziția zero. Adică prin butonul I se poate porni cronograful, opri și iar porni fără ca între timp indicatoarele să fie aduse la zero. Această soluție oferă următoarele posibilități de lucru:

— însumarea a două intervale de timp cronometrate — prin neapăsarea butonului II;

— prin folosirea butonului II la un cronograf pornit, acele indicații vor reveni la zero și vor porni instantaneu fără ca să fie necesară o pornire așa cum era cazul la cronograful obișnuit.

b. **Cronograful fără roată de cuplare.** Cu câțiva ani în urmă au apărut aceste cronografe care elimină roata de cuplare. Ele sînt prevăzute cu două butoane de comandă; primul asigurînd pornirea și al doilea oprirea și aducerea indicatorilor la zero.

c. **Cronograful Rattrapante.** Acest cronograf este prevăzut cu două indicatoare secundare, perfect suprapuse. La comanda „pornit” ambele încep să înregistreze deplasindu-se sincron. La apăsarea unui alt buton indicatorul superior poate fi oprit, în timp ce indicatorul inferior își continuă drumul. La o nouă apăsare a butonului, indicatorul superior numit și de urmărire, ajunge din urmă indicatorul inferior și continuă să se deplaseze sincron cu el.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce este cronograful?
2. Cum funcționează un cronograf obișnuit?
3. Care este principiul aducerii la zero a indicatorilor?
4. Cum sînt sistemele de antrenare a indicatorului minutar?
5. Ce tipuri constructive de cronografe cunoașteți?
6. Prin ce sînt caracterizate ele?

PARTEA A TREIA

Ceasornice speciale

CAPITOLUL I

CEASORNICE DE PONTAJ

Ceasornicele speciale se deosebesc de cele obișnuite prin aceea că au anumite caracteristici constructive sau funcționale care permit folosirea lor în scopuri speciale. Ele se împart în trei mari grupe:

- ceasornice cu funcțiuni speciale;
- ceasornice cu schema cinematică specială;
- ceasornice cu dispozitive speciale.

Din categoria ceasornicelor cu funcțiuni speciale fac parte următoarele tipuri: ceasornicul de pontaj, ceasornicul de control pentru paznici, ceasornicul avertizor și ceasornicul de comandă.

Ceasornicul de pontaj se folosește în întreprinderi și instituții pentru înregistrarea timpului de lucru. Acest ceasornic imprimă, la solicitare, pe un carton ora exactă (ora și minutul). Există diferite tipuri, dar oricare din ele se compune din aceleași mecanisme: de măsurare a timpului și de imprimare.

1. Mecanismul de măsurare a timpului

În figura 148 este reprezentat un ceasornic de pontaj avînd un mecanism de măsurare a timpului cu pendul lung. Acesta este un mecanism de precizie ridicată (în general eșapament GRAHAM) avînd o deviere de la ora exactă de numai câteva secunde pe zi. Ceasornicul este acționat de un arc motor montat în casetă. Arcul trebuie să fie destul de puternic deoarece antrenează și mecanismul de imprimare.

Momentul motor este transmis prin axul cardanic 1 la axul minutar 3 prin roțile conice 2. Pe axul minutar este montată rigid roata minutară 4 care angrenează cu pinionul intermediar 5 montat liber pe axul intermediar. Pe același ax este montată o transmisie planetară formată din trei roți conice 6, 7, 8, și o greutate 9. Transmisia planetară are rolul de a permite deplasarea rapidă a indicatoarelor din minut în minut și de a menține o forță constantă la eșapamentul ceasornicului.

Roata planetară 6 este legată rigid de pinionul 5 și de roata 13. Roata 13 angrenează cu pinionul 11 pe al cărui ax sînt montat rigid cama 12 și roata 14. Aceasta din urmă angrenează cu pinionul 15 pe al cărui ax se află regulatorul aerian 16.

Pe roata planetară 8 este montată roata 17 care se poate roti numai în ritmul admis de regulator (pendul).

În timpul funcționării ceasornicului roata planetară 6 este blocată prin intermediul camei și al tamponului 10 montat pe tijă greutății. În acest timp forța necesară la eșapamente este dată de greutatea 9 care se deplasează în jos pe măsură ce se rotește roata 17 pînă cînd se deblochează cama 12. În acest moment încep să se rotească toate roțile din lanțul cinematic roata motoare-regulatorul aerian inclusiv indicatoarele. Această mișcare continuă pînă cînd roata planetară 6 a ridicat greutatea și tamponul 10 blochează din nou cama 12. Tamponul 10 este astfel reglat ca ciclul descris să se repete din minut în minut.

2. Mecanismul de imprimare

Un astfel de mecanism este reprezentat în figura 149. Prin apăsarea brațului 1 se pune în funcțiune

canismul de imprimare și în același timp se armează și arcul motor (arcul poate fi armat și independent cu o cheie-manivelă cu locaș pătrat aplicată pe capătul pătrat al axului motor 3). La o armare completă ceasornicul funcționează șase zile. Pentru a se arma complet arcul motor cu ajutorul brațului 1 sînt necesare 140 imprimări. Astfel dacă ceasornicul este folosit de 70 muncitori i se asigură o funcționare permanentă.

La apăsarea brațului 1 cama de ridicare 4 se rotește și apasă rondela de antrenare 5 care este montată la capătul brațului oscilant 6. Acest braț se va roti în jurul axului 3 și va întinde resortul 7. Pe brațul 6 este montat un clichet care sare peste un dinte cînd brațul se rotește în sensul indicat de săgeată. La ridicarea brațului 1 resortul 7 readuce brațul 6 în poziția inițială și clichetul armează arcul motor. Cînd acesta este complet armat forța resortului 7 nu mai este suficientă pentru a roti brațul 6 și astfel se evită supraarmarea.

Roata dințată 2 a casetei arcului motor transmite momentul motor la pinionul 9 prin intermediul roților 8. De la pinionul 9 prin intermediul roților conice 10 și 12 ale axului 11 se transmite mișcarea la axul cardanic 13.

De la pinionul 9 primește mișcarea și mecanismul de numărare 14 compus din trei discuri: de minut, de oră și de zi cu dispozitivele corespunzătoare de avans. Aceste discuri au pe circumferința lor gravate în relief numere sau litere. Discul de minute este divizat de la 1 la 60, discul de ore de la 1 la 24 iar cel de zi este prevăzut fie cu inițialele zilelor săptămînii (sau cu cifre de la 1 la 7) fie cu cifre de la 1 la 10 (după tipul ceasornicului). Discul de minute este montat elastic pe axul său putîndu-se roti față de acesta cu un

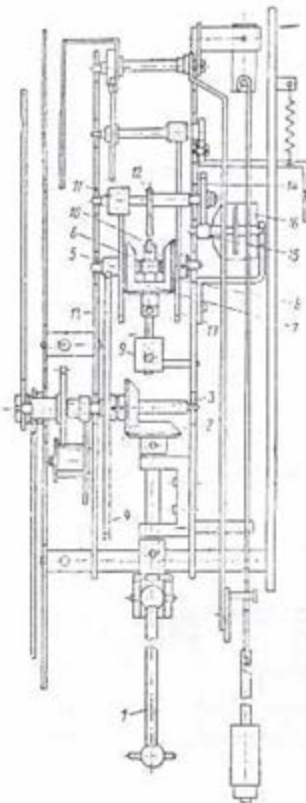


Fig. 148. Ceasornic de pontaj cu pendul.

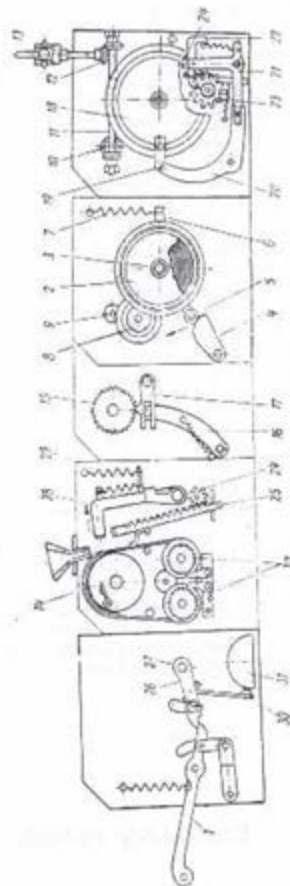


Fig. 149. Mecanismul de imprimare.

unghi corespunzător cu un minut. Acest lucru este necesar pentru poziționarea sa corectă și pentru a nu se pierde 1 min dacă în momentul saltului de minut se efectuează pontarea. Poziționarea corectă se face cu ajutorul roții 15 care are 60 de dinți și este legată rigid de discul de minute. Această roată se poziționează cu clichetul 17 comandat de brațul 16.

Discul pentru zi 18 are pe circumferința sa o camă de comandă 19 care la avansarea discului lovește brațul 20. Aceasta rotește brațul 21 care este prevăzut la capătul său cu clichetul 22 ce rotește cu un dinte roata clichet 23. Aceasta angrenează cu pinionul 24 care cu ajutorul cremalierii 25 reglează adâncimea de pătrundere a cartonului de imprimat. Roata dințată 23 are un dinte lipsă care ar trebui să intre în angrenaj la sfârșitul perioadei și astfel cremaliera cade înapoi.

La apăsarea brațului 1 brațul 26 se ridică și armează arcul 27 montat pe brațul de imprimare 28 care se va deplasa în direcția săgeții. Cind brațul 26 scapă, brațul de imprimare este aruncat înapoi și datorită arcului 29 și apasă cartonul pe discurile de imprimare și în același timp ciocănelul 30 lovește clopotelul 31.

La apăsarea brațului 1 clichetul 32 avansează panglica de imprimare cu un pas (panglica este identică cu cea de la mașina de scris). După ce diametrul de înfășurare al panglicii atinge o anumită valoare se schimbă automat direcția avansului.

La diferitele tipuri de ceasornice de pontaj diferă numai mecanismul de măsurare a timpului (ceasornicul), care poate fi cu pendul sau balansier, mecanismul de imprimare fiind identic la toate.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce se înțelege prin ceasornice speciale?
2. În câte grupe se împart ele?
3. Ce este ceasornicul de pontaj?
4. Cum este asigurată mișcarea rapidă a indicatoarelor?
5. Cum se face armarea ceasornicului?
6. Cum se face imprimarea cartonului?
7. Cum se reglează adâncimea de introducere a cartonului?

CAPITOLUL II

CEASORNICE PENTRU CONTROLUL PAZNICILOR

Acest ceasornic se utilizează pentru verificarea îndeplinirii corecte a serviciului de către paznici. Există foarte multe tipuri de astfel de ceasornice. Cele mai vechi tipuri trebuiau armate din 15 în 15 min sau din

30 în 30 min. În caz contrar ele se opreau și indicau o întârziere. Altele străpungeau cadranul de control la armare, iar cele mai moderne înregistrează pe o bandă de hirtie ora la care au fost vizitate. Ceasornicul de control poate fi la paznic sau el poate fi montat în diferite puncte de control. În acest caz paznicul trebuie să se deplaseze la ceasornic, să introducă cheia de control și astfel să imprime ora la care a vizitat punctul respectiv. Toate ceasornicele de control, indiferent de tip sînt montate în carcase metalice sau din material plastic și închise cu un lacăt. Cheia acestui lacăt se află la șeful pazei.

În figura 150 s-a reprezentat unul din tipurile de ceasornice de control. Mecanismul de ceasornic este acționat de un arc motor care se armează o dată la 8 zile și este prevăzut cu 13 rubine. Mecanismul este montat în carcasa 1 astfel încît axul motor 2 să fie în centrul carcasei. Raportul de transmisie de la axul motor la eșapament este astfel ales încît axul 2 să se rotească o dată la 24 h. Cadranul de carton 5 este acoperit cu capacul 6 iar acesta este închis cu lacătul 7 și cheia 8. La închiderea capacului limba de tăiere 9 face o creștătură în cadran. La fel se întâmplă și la deschiderea capacului. Astfel se poate verifica dacă ceasornicul a fost deschis de altcineva în afara persoanei autorizate. Cele două tăieturi din cadran vor fi în poziții diferite deoarece cadranul este fixat cu ajutorul flanșei 3 și al piuliței 4 pe axul 2 și se rotește o dată cu acesta.

Cadranul de carton 5 se schimbă zilnic. Marcarea se face în felul următor: paznicul introduce și rotește cheia 11. Prin rotirea cheii cadra-

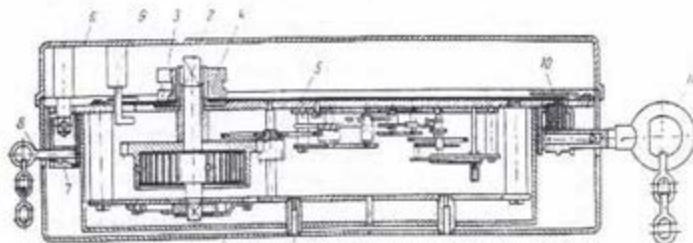


Fig. 150. Ceasornic de control.

nul este perforat de una dintre lamele 10. Sînt șase chei la diferiți paznici, fiecare acționînd o altă lamă, cadranul fiind astfel perforat la diferite diametre în funcție de cheia folosită.

Ceasornicele care imprimă ora pe bandă sînt mai complicate (asemănătoare celor de pontaj). Ele sînt prevăzute cu două discuri, de minute și de ore. Imprimarea, avansarea bandei și a panglicii de imprimare sînt acționate de cheia paznicului. O dată cu imprimarea orei se imprimă și numărul cheii paznicului.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. La ce se folosește ceasornicul de control?
2. Cum funcționează ceasornicul de control?
3. Cum se produce găurirea cadranelui?
4. Cum este asigurat ceasornicul de control împotriva deschiderilor neautorizate?

CAPITOLUL III

CEASORNICE AVERTIZOARE

Ceasornicele avertizoare au o utilizare din ce în ce mai largă în multe domenii de activitate. Ele se folosesc în domeniul casnic, în laboratoare, în medicină etc. Ceasornicul avertizor are proprietatea de a indica printr-un semnal sonor scurgerea unei anumite perioade de timp. Domeniul de reglare este de obicei de 60 min. Unele tipuri pe lângă avertizarea sonoră mai declanșează diferite aparate pe care sînt montate mașini de spălat, aparate terapeutice etc.

Ceasornicul avertizor montat într-o carcasă, independent de alte aparate se numește avertizor de uz casnic. El se poate atîrna de perete sau așeza pe masă. Domeniul maxim de reglare este de 60 min iar domeniul minim de 20—30 s.

Un astfel de avertizor de uz casnic este reprezentat în figura 151. În centrul mecanismului se află axul motor pentru mers 1 care este totodată axul de reglare și armare. La capătul superior este prevăzut cu un canal, pe care se montează buca de reglare 2 și roata dințată 3. Pe buca 2 se montează cheia de armare și reglare. Roata 3 angrenează cu roata 4 montată liber pe axul motor pentru sonerie 5. Pe această roată este montată cama 6, iar pe capătul pătrat al axului 5 este montat limitatorul 7. Arcul motor 8 se înfășoară atît în jurul axului motor 1 pentru mers cît și în jurul axului motor 5 pentru sonerie. De la axul motor pentru mers momentul se transmite prin roata 9 spre eșapamentul de mers iar de la axul 5 prin roata 10 la eșapamentul de sonerie. La armare se rotesc ambele axe iar roțile 9 și 10 alunecă pe ax, ele fiind montate prin frecare cu ajutorul șaibelor 11 din material plastic și a discurilor 12. La armare roata 4 se rotește în jurul axului 5 pînă cînd cama 6 atinge limitatorul 7. Din acest moment roata 4 și axul 5 se rotesc im-

preună. După armare mecanismul de ceasornic începe să funcționeze și roțile 3 și 4 se rotesc în sens invers armării, cama 6 îndepărtîndu-se de limba limitatorului 7 care rămîne nemișcată atît timp cît soneria este blocată de pîrghia 13.

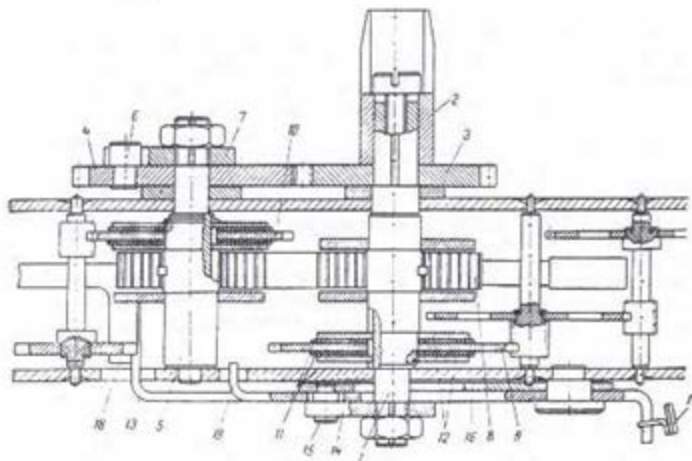


Fig. 151. Ceasornic avertizor de uz casnic.

O dată cu trecerea timpului, axul 1 se rotește împreună cu pîrghia de declanșare 14 montată pe el. Cînd pîrghia 14 atinge boltul 15 ele se deplasează împreună și rotesc pîrghia de cuplare 16 arînd resortul 17. Datorită acestei rotiri după un timp bine stabilit pîrghia de cuplare eliberează tija ciocănelului 18 și ceasul începe să sune. Din acest moment axul 5 începe să se rotească și limitatorul se rotește după cama 6. Ceasul va suna pînă cînd aceste două elemente se întîlnesc. Dacă ceasul este bine reglat în acest moment brațul 14 a împins pîrghia de cuplare 16 în poziția finală și limba de închidere 19 va opri orice mișcare (blochează ceasul).

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sînt domeniile de utilizare ale ceasornicului avertizor?
2. Ce este un ceasornic avertizor?
3. Care este domeniul de reglare?
4. Cum funcționează ceasornicul avertizor?

CEASORNICE DE COMANDĂ

Ceasornicul de comandă este un mecanism care închide și deschide un circuit electric la timpul dinainte reglat. El se folosește la comanda diferitelor aparate electrice cum ar fi aparate de radio, televizor, magnetofon etc. În general, un astfel de ceasornic poate conecta sau deconecta orice aparat electric cu o putere până la 200W. Ceasornicul de comandă se folosește frecvent la pornirea automată a aparatelor de radio pentru deșteptare sau pentru înregistrarea pe bandă de magnetofon a unei anumite emisiuni radio care poate fi astfel ascultată ulterior. În acest caz ceasornicul pornește și oprește ambele aparate automat la timpul reglat.

În figura 152 este reprezentat schematic un astfel de ceasornic de o construcție mai simplă. El se compune din două părți principale: partea de mers și partea de declanșare. Întregul aparat funcționează asemănător unui ceasornic deșteptător numai că declanșează cu mai mare precizie.

Mecanismul de contact este montat pe axul minutar 1 care în acest scop este prelungit dincolo de platina din spate 2. Pe el se montează saiba de siguranță 3, un inel din material plastic 4, bușa 5, un arc elicoidal 6 precum și un izolator din material plastic 7 cu ajutorul căruia se montează cu frecare cama 9 (fig. 153). Acesta este blocat de lama 10 și limitatorul 11 (fig. 152).

Mecanismul de declanșare se compune din bușa orară 12 pe care este fixat discul cu gheară 13. Acesta este împins spre discul 14 cu canal 15 de arc 16. Când gheara ajunge în dreptul canalului, discul 13 se ridică și resortul 17 ridică limitatorul 11 care eliberează lama 10. În acest moment, mecanismul de contact se rotește împreună cu axul minutar și când lama elastică 18 este eliberată se închide circuitul electric. Timp de aproximativ 50 min lamele 18 și 19 vor rămâne împreunate alunecând pe cama 9, după care lama 19 se desprinde întrerupând circuitul (fig. 153). Reglarea timpului de declanșare se face la fel ca la deșteptător cu butonul 20 prin intermediul roților dințate 21 și 22.

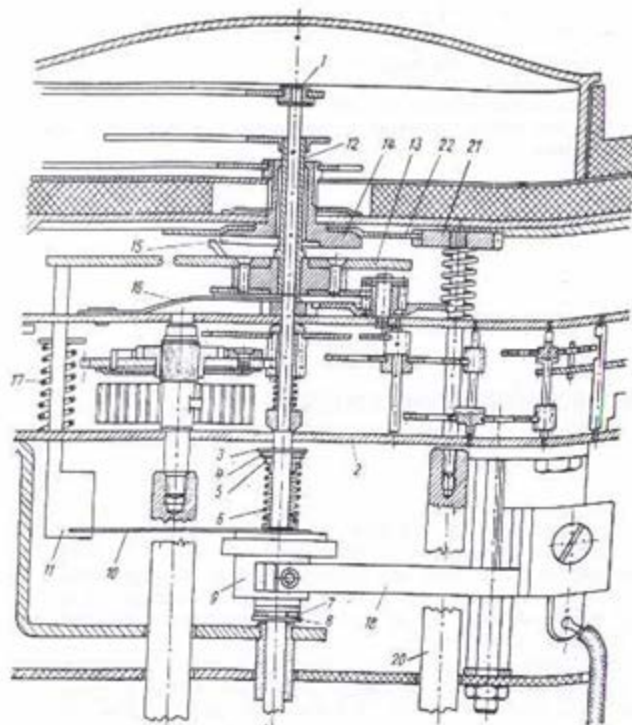


Fig. 152. Ceasornic de comandă.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce se înțelege prin ceasornic de comandă?
2. La ce se folosește?
3. Cum se produce închiderea și deschiderea circuitului electric?
4. Cum se face reglarea momentului declanșării mecanismului?

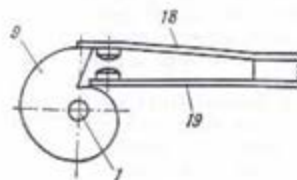


Fig. 153. Dispozitivul de contact.

CEASORNICE CU SCHEMĂ CINEMATICALĂ SPECIALĂ

La ceasornicele obișnuite, mecanismul din punct de vedere cinematic se împarte în trei părți distincte și independente, fiecare având un rol bine definit. Acestea sînt:

- mecanismul de durată;
- mecanismul de numărare;
- mecanismul indicator.

Delimitarea dintre ele o formează axul minutar. Mecanismul de durată determină durata de mers la o singură armare a arcului motor. Pentru a se modifica această durată trebuie să se acționeze numai asupra acestui mecanism. Se consideră un mecanism de durată normal acela care determină armarea arcului după fiecare 24 h de funcționare. Toate celelalte intră în categoria ceasornicelor speciale.

1. Ceasornice cu mecanismul de durată special

Din această categorie fac parte ceasornicele de 8 zile, de 14 zile, ceasornicele lunare și cele anuale. Ele trebuie armate o dată la 8, 14 zile, o lună sau un an. Aceste ceasornice prezintă avantajul că se armează la

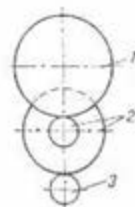


Fig. 134. Schema cinematică a mecanismelor de 8 și 14 zile.

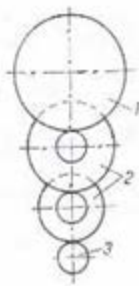


Fig. 135. Schema cinematică a mecanismelor lunare.

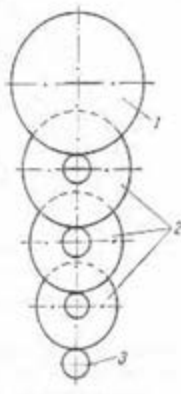


Fig. 136. Schema cinematică a mecanismelor anuale.

intervale mari și dezavantajul că au gabaritul mai mare decât cele normale. De aceea ele se folosesc numai ca ceasornice de masă (cele de 8 zile) și de perete.

La ceasornicele normale mecanismul de durată se compune din roată motoare și pinion minutar. La cele de 8 și 14 zile (fig. 154) acest mecanism se compune din roata motoare 1, roata și pinionul suplimentar 2 și pinionul minutar 3, la cele lunare din roata motoare 1, două roți suplimentare 2 și pinionul minutar 3 (fig. 155), iar la cele anuale (fig. 156) din roata motoare 1, trei roți și pinioane suplimentare 2 și pinionul minutar 3.

2. Ceasornice cu mecanism de numărare special

Mecanismul de numărare determină axul minutar să facă o rotație completă într-o oră. La ceasornicele normale acest mecanism se compune din: roata minutară, roata și pinionul intermediar, roata și pinionul secundar și pinionul ancoră. Orice ceasornic la care mecanismul de numărare diferă de această schemă, face parte din categoria ceasornicelor speciale. Dintre acestea se amintesc ceasornicul fără roată minutară (tip Roskopf) și ceasornicul cu pinion minutar special.

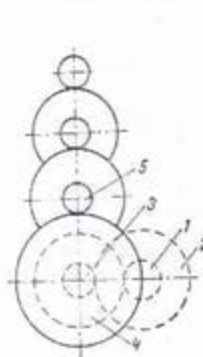


Fig. 157. Schema cinematică a mecanismelor Roskopf.

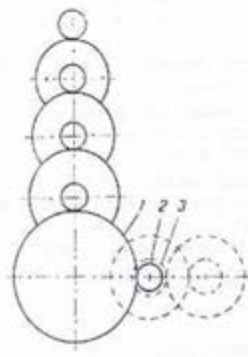


Fig. 158. Schema cinematică a mecanismului cu pinion minutar special.

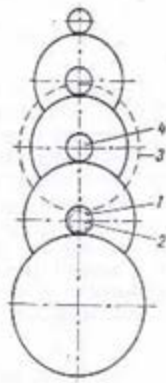


Fig. 159. Schema cinematică a mecanismului cu secundar central.

a. Ceasornicul Roskopf (fig. 157) nu are o roată care să se rotească o dată la oră. Pinionul pătrar 1 și roata orară 2, care la un ceas normal se montează pe axul minutar 5, se rotesc în jurul unui știft năruit în placină. Antrenarea lor se face printr-un pinion 3, respectiv o roată schimbătoare 4.

Mecanismul Rosskopf prezintă avantajul că se economisește o pereche de roți dințate, dar și dezavantajul că indicatorul minutar are un joc mare (jocul dintre dinții roții schimbătoare și dinții pinionului pătrar).

b. **Ceasornicul cu pinion minutar special** (fig. 158) prezintă avantajul că permite o mai bună aranjare a roților, reducând astfel gabaritul mecanismului.

La ceasornicele normale, axul minutar trebuie să fie în centrul mecanismului (poartă indicatorul minutar). Această condiție limitează posibilitățile de aranjare.

Pinionul minutar special 2 se montează pe un știft împreună cu pinionul pătrar 3. El este antrenat de roata motoare 1. Acest mecanism prezintă dezavantajul că are un pinion mai mult, iar indicatorul minutar este cu joc.

3. Ceasornice cu mecanismul indicator special

La ceasornicele normale, indicatorul minutar se montează pe axul minutar, cel orar pe bucașa orară, concentrică cu axul minutar, iar cel secundar, dacă există, pe axul secundar, deplasat față de primele două. Cadranul este divizat în 12 părți egale și indicatorul orar se rotește o dată la 12 ore. Mecanismul indicator se compune din pinionul pătrar, roata și pinionul schimbător și roata orară. Raportul total de transmisie este de 12 : 1.

Dintre ceasornicele cu mecanismul indicator special se menționează: ceasornicul cu 24 diviziuni și ceasornicul cu secundar special.

a. **Ceasornicul cu 24 diviziuni** are mecanismul indicator asemănător cu cel normal numai că raportul total de transmisie este de 24 : 1 și indicatorul orar se rotește o dată la 24 h.

b. **Ceasornicul cu secundar central** (fig. 159) are față de un ceasornic normal o pereche de roți dințate în plus. Pinionul secundar 1 se montează pe axul minutar 2 și este antrenat de o roată intermediară suplimentară 3 montată pe axul intermediar 4. Ceasornicul cu secundar central are avantajul că indicatorul secundar poate avea lungimea celui minutar și dezavantajul că este mai scump.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sînt părțile principale ale lanțului cinematic?
2. Ce rol funcțional îndeplinește mecanismul de durată?
3. Dar cel de numărare?
4. Ce este un mecanism de durată normal?
5. Care sînt mecanismele de durată speciale?
6. Care sînt elementele mecanismului de numărare normal?
7. Care sînt mecanismele de numărare speciale?
8. Care sînt mecanismele indicatoare speciale?

CAPITOLUL VI

CEASORNICE DE MINĂ CU SEMNALIZARE

Din grupa ceasornicelor cu dispozitive speciale fac parte următoarele tipuri:

- ceasornicele cu dispozitive de semnalizare;
- ceasornicele cu calendar;
- ceasornicele etanșe;
- ceasornicele cu armare automată.

Ceasornicele de mină cu semnalizare au apărut relativ recent (după al doilea război mondial) dar cu toate acestea sînt însă foarte multe tipuri constructive. Ele diferă mai ales la partea de acționare și reglare și pot fi cu un singur arc motor, cu două arcuri motoare, cu un singur buton (coroană) pentru armare, cu două butoane etc.

În figurile 160—163 este reprezentat un ceasornic de mină cu semnalizare avînd două arcuri motoare (unul pentru partea de mers și unul pentru partea de semnalizare), buton și pod oscilant.

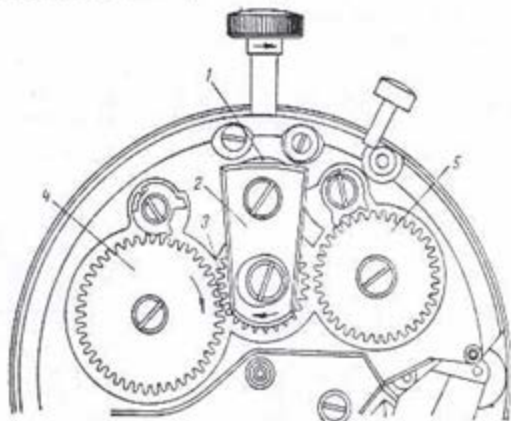


Fig. 160. Mecanismul de armare al ceasornicului de mină cu semnalizare.

Mecanismul de semnalizare se compune din cinci părți principale:

- mecanismul de armare;
- mecanismul de reglare;
- mecanismul de sonerie;
- mecanismul de oprire;
- mecanismul de declanșare.

a. **Mecanismul de armare** este reprezentat în figura 160. Se compune din roata mare de armare 1, un pod oscilant 2 care oscilează liber în jurul axului roții 1 și roata de armare ajutătoare 3 montată la capătul podului oscilant și care este în angrenaj continuu cu roata 1.

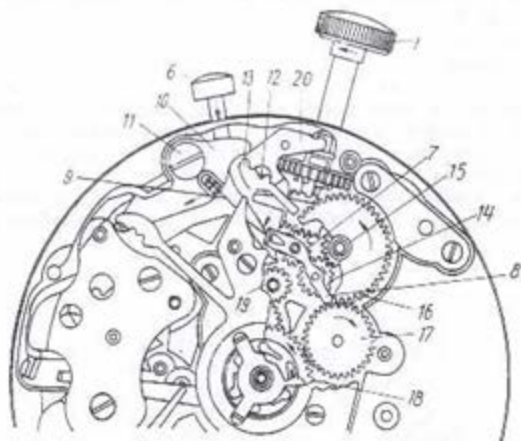


Fig. 161. Mecanismul de reglare al ceasornicului de mână cu semnalizare.

Pentru armare, se apasă coroana în interior, astfel încât se cuplează cu roata de armare 1. Dacă se rotește coroana în sensul indicat de săgeată, podul oscilant se rotește spre stînga și roata 3 intră în angrenaj cu roata de clichet 4 armind arcul motor pentru mers. Dacă coroana se rotește în sens invers, podul se rotește la dreapta și se armează arcul motor pentru semnalizare prin intermediul roții de clichet 5.

b. **Mecanismul de reglare** este reprezentat în figura 161. Reglarea indicatoarelor minutar, orar și sonerie se face cu ajutorul coroanei și a butonului 6. Prin tragerea în exterior a coroanei se decuplează mecanismul de armare și se cuplează pinionul 7 de la mecanismul de reglare. În jurul axului acestui pinion poate oscila podul a cărui poziție se fixează cu arcul 9. Capătul arcului este montat în brațul de comandă 10, iar cealaltă capăt intră în degajarea podului. Cu ajutorul butonului 6 acest braț se poate roti în jurul axului 11 ocupînd trei poziții distincte definite de cama 12 și arcul 13.

Cînd butonul 6 este în poziția mijlocie, arcul 9 va fi liber împreună cu podul 8. Dacă butonul este apăsat, arcul 9 se va deplasa în jos (în direcția indicată cu săgeată) și podul se va roti astfel încît roata oscilantă 14 va intra în angrenaj cu pinionul 15. Dacă coroana se va roti în sensul săgeții, mișcarea se va transmite prin roțile 7, 14, 15, 16 și 17, la roata declanșatoare 18, pe a cărei bușă este montat indicatorul sonerie.

Dacă se va roti coroana în sens contrar podul oscilant va scoate roata 14 din angrenaj și se va roti în gol.

Prin tragerea în exterior a butonului 6, podul oscilant 8 va oscila sub forța arcului 9 în cealaltă poziție și va cupla roata de reglare a ind-

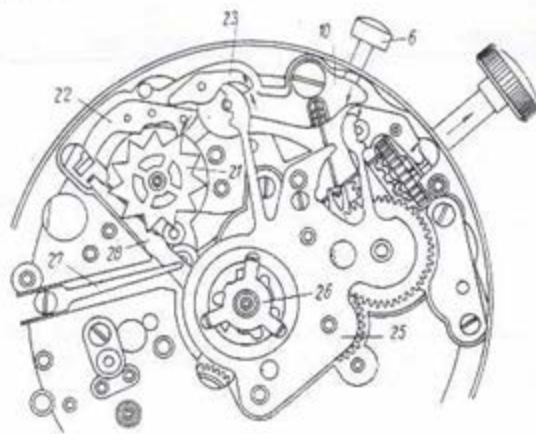


Fig. 162. Mecanismul de sonerie al ceasornicului de mână cu semnalizare.

catoarelor de timp 19. În acest caz coroana rotită în sensul săgeții va regla indicatoarele de timp, iar rotită în sens invers va merge în gol.

Din figură se poate observa că butonul 6 este în legătură cu coroana 1 prin intermediul brațului 10 și pîrghiei 20. Astfel cînd se apasă coroana pentru armare, butonul este scos și cuplajul spre indicatoare interupt.

c. **Mecanismul de sonerie** este reprezentat în figura 162. În principiu acest mecanism este același ca și la deșteptătoare. Arcul motor rotește caseta care angrenează direct cu pinionul echipamentului 21. Roata echipamentului fixată rigid pe axul ei acționează furca 22 care este prevăzută la capăt cu o greutate. Această greutate (ciocănelul) lovește în oscilația ei un corp sonor (clopoțelul) producînd semnalul.

d. **Mecanismul de oprire.** Soneria se oprește prin apăsarea butonului 6 (v. fig. 162) care rotește brațul 10 iar acesta rotește pîrghia opri-toare 23 care blochează furca. Cînd butonul 6 este în poziția mijlocie, soneria este blocată.

e. **Mecanismul de declanșare** a soneriei este reprezentat în figura 163. Și acest mecanism este foarte asemănător cu cel de la ceasornicul deșteptător. Roata declanșatoare 18 este montată pe același ax cu roata 24 și este apăsată spre acesta de arcul cu trei brațe 26 (v. fig. 162). Roata

orară este prevăzută cu trei gheare ridicate la aceeași înălțime și cu același unghi dar așezate pe raze diferite iar roata declanșatoare are trei orificii. Când ghearele ajung în dreptul orificiilor arcu cuplător 28

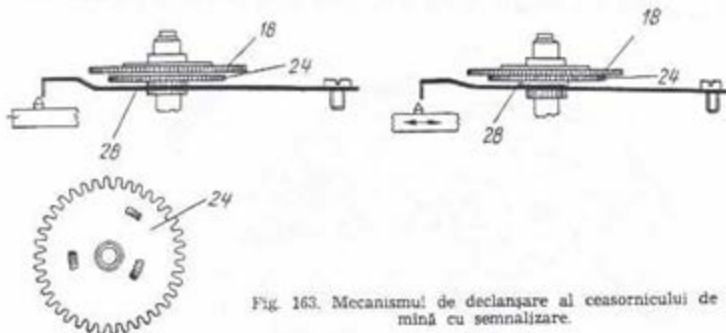


Fig. 163. Mecanismul de declanșare al ceasornicului de mină cu semnalizare.

împinge roata orară în sus și capătul îndoit al arcu eliberează știftul furcii cu ciocănel 22. Cu ajutorul frinei 27 se poate regla viteza de vibrație a ciocănelului.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sînt ceasornicele cu dispozitive speciale?
2. Care sînt părțile principale ale mecanismului de semnalizare?
3. Cum se armează ceasornicul de mină cu semnalizare?
4. Cum se reglează soneria?
5. Cum funcționează mecanismul de sonerie?
6. Cum se oprește soneria?
7. Cum funcționează mecanismul de declanșare?

CAPITOLUL VII

CEASORNICE DE MINĂ CU CALENDAR

Ceasornicul cu calendar este un ceasornic care pe lângă timpul (ora, minutul și secunda) indică și data. De cele mai multe ori aceste ceasornice indică numai un număr de la 1 la 31, uneori arată și ziua săptămînii (luni, marți etc.) iar foarte rar indică și luna. Inscriptiile referitoare la

dată sînt trecute pe unul, două respectiv trei discuri care se rotesc cu o diviziune o dată la 24 h respectiv o dată la lună. Inscriptia apare în dreptul unei ferăstruici, restul discului fiind acoperit de cadran.

Rotirea și poziționarea discurilor se poate face în foarte multe feluri grupate în trei grupe:

- rotirea încetată;
- rotirea rapidă;
- rotirea prin săritură.

a. **Mecanismul de rotire încetată a discului calendar** este reprezentat în figura 164. Antrenarea mecanismului se face de la roata orară 1 care prin intermediul pinionului 2 rotește roata calendar 3 o dată la 24 h. Pe roata calendar este montat rigid discul de comandă 4 cu știftul de antrenare 5. Frîna 6 asigură angrenajul și poziționarea corectă. În rotirea sa (în sensul săgeții) știftul 5 va întâlni un dinte al danturii interioare a dis-



Fig. 164. Mecanismul de rotire încetată a discului calendar.

cui calendar și îl va antrena. În acest timp limba de blocare 7 se ridică datorită înclinării dinților și va comprima arcu 8. Rotirea lentă a discului calendar continuă pînă cînd dintele a depășit virful limbii de blocare. În acest moment sub presiunea arcu 8 limba este împinsă în golul dinților, rotind brusc discul calendar pînă la poziția de blocare iar știftul de antrenare își continuă liber drumul său.

Dezavantajele mecanismului sînt:

- schimbarea datei durează aproximativ două ore și între orele 22 și 24 nu se poate cînti data;
 - rotirea indicatoarelor nu se poate face decît înainte, în caz contrar se blochează ceasul;
 - pentru schimbarea datei, indicatorul trebuie rotit înainte cu 24 h.
- Avantajul mecanismului constă în faptul că este foarte simplu.

b. **Mecanismul de rotire rapidă a discului calendar** (sistem LONGINES) este reprezentat în figura 165. Antrenarea mecanismului se face de la roata schimbătoare 1 care angrenează cu roata calendar 2. Raportul de transmisie este astfel ales încît roata calendar să facă nouă rotații complete în 24 h. Pe roata 2 este montată rigid limba de antrenare 3 care la fiecare rotire împinge înainte roata de blocare 4 cu un dinte. Poziționarea roții de blocare se face cu arcuțelul 5. Pe același ax cu roata de blocare se află o roată cu un singur dinte 6 care la fiecare rotire întoarce discul calendar cu un dinte. Poziționarea discului calendar 7 se face ca și în cazul precedent cu limba cu arc 8.

La acest mecanism indicatoarele se pot roti înainte și înapoi; schimbarea datei se face într-un interval mai mic de o oră, iar schimbarea manuală a datei se face tot prin rotirea indicatoarelor cu 24 h.



Fig. 165. Mecanismul de rotire rapidă a discului calendar. Fig. 166. Mecanismul de schimbare a datei prin săritură.

c. **Mecanismul de schimbare a datei prin săritură** este reprezentat în figura 166. Roata orară 1, prin intermediul roții 2, rotește roata calendar o dată la 24 h. Solidar cu roata calendar 3 se rotește limba de antrenare 4 care comandă culisa 5. Culisa este împinsă de arcuțelul 6 și se poate roti în jurul bolțului 7. Brațul limitator al culisei 8 se reazemă de me-

canism. În rotirea ei, limba de antrenare 4 intră liberă în cavitatea culisei fără să atingă brațul 9 de antrenare a culisei. Rotindu-se în continuare, limba 4 atinge suprafața 10, rotește culisa spre dreapta și scoate brațul 9 dintre dinții discului calendar, comprimînd arcuțelul 6. Cînd limba 4 ajunge în partea de jos 11, culisa este trasă în jos comprimînd în continuare arcuțelul 6. Pe măsură ce limba 4 alunecă pe partea de jos a culisei 11, spre capătul ei, culisa se rotește spre stînga și brațul 9 intră în golul dințelului următor. Rotirea culisei este oprită de tamponarea brațului limitator 8. Cînd limba 4 ajunge la capătul culisei aceasta se eliberează iar arcuțelul 6 o împinge în poziția inițială rotind în același timp discul calendar cu o diviziune.

Acest mecanism are avantajul că schimbarea datei se face instantaneu la ora 24 iar pentru schimbarea manuală a datei este suficient să se rotească indicatoarele înapoi și apoi înainte cu 5 min față de ora 24.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce este un ceasornic cu calendar?
2. Cum se clasifică mecanismele de schimbare a datei?
3. Cum funcționează mecanismul de rotire lentă?
4. Care sînt dezavantajele acestui mecanism?
5. Cum funcționează mecanismul de rotire rapidă?
6. Cum se produce schimbarea manuală a datei la acest mecanism?
7. Cum funcționează mecanismul de schimbare a datei prin săritură?
8. Care sînt avantajele acestui mecanism?

CAPITOLUL VIII

CEASORNICE ETANȘE

Ceasornicele care nu permit pătrunderea prafului și a apei în interiorul mecanismului se numesc *ceasornice etanșe* sau *antiacvatiche*.

Etanșarea apără mecanismul de degradare prematură. Praful împreună cu uleiul de ungere formează o pastă care uzează repede piesele în mișcare (fuzurile). Apa sub formă de picături sau de abur, dar mai ales vaporii unor substanțe chimice, atacă piesele foarte fine ale mecanismului distrugîndu-le prin corodare.

La ceasornicele de mîină obișnuite sînt patru locuri critice unde poate să pătrundă apa în mecanism și anume:

- la coroana de armare;
- la îmbinarea capacului cu carcasa;

- la îmbinarea geamului pe inelul său;
- la îmbinarea inelului de geam cu carcasa.

La ceasornicele etanșe s-a redus numărul locurilor critice la trei prin eliminarea inelului de geam. Geamul se montează direct pe carcasă.

a. Etanșarea coroanei de armare este foarte greu de rezolvat pentru că aceasta pe lângă mișcarea de rotație are și o mișcare axială (pentru

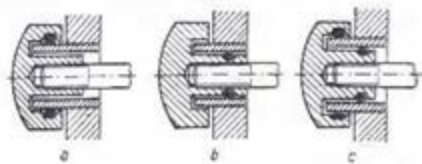


Fig. 167. Etanșarea coroanei cu inel de cauciuc.

potrivirea indicatoarelor) și materialul de etanșare se uzează cu timpul. Pe de altă parte coroana trebuie să nu se miște prea greu datorită frecărilor cu materialul de etanșare. Drept material de etanșare se folosește în mod curent cauciucul dar uneori și polivinilul sau plumbul.

La ceasornicele mai simple etanșarea coroanei se face cu unul (fig. 167, a, b) sau două (fig. 167, c) inele de cauciuc. La acestea un rol hotărâtor îl joacă duritatea cauciucului. Dacă cauciucul este prea moale se întinde și se deformează, iar dacă este prea dur se sfărâmătează. Acest sistem are dezavantajul că o etanșare, chiar perfectă la început, se pierde cu timpul datorită uzurii garniturilor.

Etanșarea coroanei la ceasornicele mai fine sau cu utilizări speciale (sport, scafandru etc.) este reprezentată în figura 168. La acestea inelul de etanșare din cauciuc este presat de un arc de oțel, compensându-se astfel uzura.



Fig. 168. Etanșarea coroanei cu inel de cauciuc și arc.

b. Etanșarea locului de îmbinare a capacului cu carcasa se poate face în mai multe feluri, împărțite în trei grupe:

- carcasa și capacul au același diametru;
- capacul este fixat prin apăsare;
- carcasa are filet interior.

1) Modul de fixare a capacului când acesta are același diametru cu carcasa este arătat în figura 169. Fixarea se face fie cu un inel elastic (fig. 169, a), fie cu un inel filetat (fig. 169, b). În primul caz garnitura de cauciuc rotundă este presată într-un canal circular cu profil unghiular din carcasă. În cazul al doilea garnitura pătrată este presată în cele două canale din carcasă și capac de formă dreptunghiulară. Capacul este asigurat împotriva rotirii din timpul înșurubării inelului cu un știft.

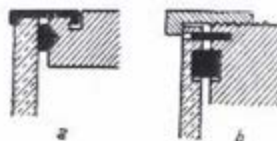


Fig. 169. Modul de fixare a capacului cu inel exterior.

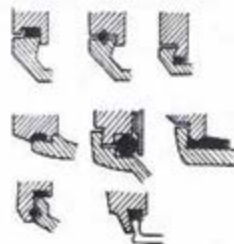


Fig. 170. Modul de fixare a capacului prin presare.

Dacă capacul s-ar roti el ar distruge garnitura și etanșarea nu ar fi asigurată.

În primul caz etanșarea nu este totdeauna asigurată spre deosebire de cazul al doilea când ea este sigură. Ambele metode se folosesc foarte rar datorită aspectului inestetic.

2) La unele ceasornice etanșe capacul se fixează ca și la cele obișnuite (prin apăsare) numai că între cap și carcasă se pune o garnitură de cauciuc (fig. 170). Datorită forței relativ mici de reținere a capacului garnitura trebuie să fie foarte moale. Acest sistem este simplu dar nu asigură o etanșare perfectă.

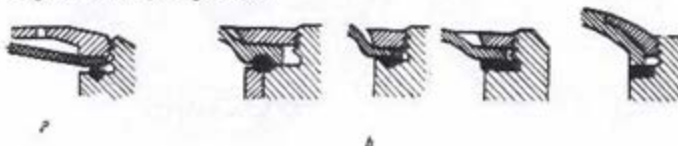


Fig. 171. Moduri de fixare a capacului: a — direct prin filet; b — prin inel filetat.

3) Majoritatea ceasornicelor etanșe au capacul fixat prin filet, fie direct (fig. 171, a), fie prin intermediul unui inel (fig. 171, b). În toate cazurile carcasa este prevăzută cu un filet interior iar între cap și carcasă se află o garnitură de cauciuc. La fixarea fără inel, capacul trebuie rotit la înșurubare, și de aceea între acesta și garnitură se pune un inel sau disc metalic sau din alt material tare pentru a proteja garnitura.

Pentru înșurubarea capacului sau inclului se folosesc diferite chei fixe (fig. 172) sau cheia universală care are trei bucle reglabile în care se montează diferite gheare după felul locașului din capac, respectiv incl.

c. Etanșarea locului de îmbinare a geamului cu carcasa se poate face în mai multe feluri, împărțite în trei grupe:

- montarea geamului prin presare;
- montarea geamului prin incl interior;
- montarea geamului prin incl exterior și garnitură.

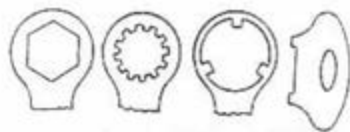


Fig. 172. Chei pentru desurubarea capacului.

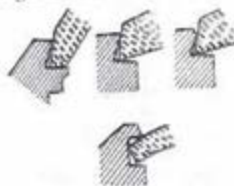


Fig. 173. Fixarea geamului prin presare.

1) La montarea geamului prin presare se folosește pentru etanșare proprietatea de plasticitate a plexicului. Geamul din plexic se introduce în canalul circular din carcasă de diferite forme (fig. 173) prin presare. Canalele sînt astfel făcute încît o muchie ascuțită sub presiune să intre puțin în materialul geamului asigurînd etanșarea. Acest mod de fixare a geamului are dezavantajul că geamul este încontinuu tensionat ceea ce provoacă îmbătrînirea lui (fisurarea și chiar sfărîmarea).

2) Montarea geamului prin incl interior (fig. 174) elimină tensionarea geamului. Se aplică la ceasornicele etanșe de calitate medie. Pentru montare, în acest caz, geamul i se dă prin bordurare la cald exact forma locașului din carcasă. Astfel geamul intră ușor în locașul său și este menținut în această poziție de forță de presare a unui incl elastic de oțel. Acest mod de fixare are dezavantajul că mărește carcasa ceasornicului.



Fig. 174. Fixarea geamului cu incl interior elastic.



Fig. 175. Fixarea geamului cu incl exterior filetat.

3) La ceasornicele de calitate ridicată și la cele pentru scafandri fixarea geamului se face cu incl exterior de cauciuc (fig. 175, a) sau cu incl exterior filetat și garnitură de cauciuc (fig. 175, b, c). Acest mod de fixare asigură o etanșare perfectă.

La majoritatea ceasornicelor de mină geamul se fabrică din plexiglas datorită proprietății acestuia de a nu fi fragil. Dar acest material are

și marele dezavantaj de a nu fi perfect etanș la apă. Vaporii de apă trec prin el datorită fenomenului de difuziune. Astfel într-un ceasornic menținut un timp îndelungat într-un mediu umed, aerul va avea umiditatea mediului exterior. Dacă acest ceasornic este răcit brusc, vaporii de apă din interior se condensează și picăturile se depun pe geam și capac. În acest caz ceasornicul trebuie desfăcut și apa îndepărtată.

Pentru verificarea etanșeității, ceasornicul se pune într-un mic recipient perfect închis, prevăzut cu o pompă de apă și un manometru sensibil. Se introduce apa în recipient la presiunea de verificare (cîteva atmosfere) și se observă indicația manometrului. Dacă presiunea rămîne constantă ceasornicul este etanș iar dacă presiunea scade înseamnă că apa pătrunde în mecanism.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce se înțelege prin ceasornic etanș?
2. În ce scop se etanșează ceasornicele?
3. Care sînt locurile la etanșare?
4. Cum se face etanșarea coroanei?
5. În cîte feluri se poate face etanșarea capacului?
6. De ce se pune între capacul filetat și garnitură un incl?
7. Cum se demontează capacul filetat la ceasornicele etanșe?
8. Care sînt principalele moduri de etanșare a geamului?
9. Care dintre acestea asigură etanșarea cea mai bună?
10. Cum se explică apariția picăturilor de apă în ceasornicele etanșe?
11. Cum se verifică ceasornicele etanșe?

CAPITOLUL IX

CEASORNICE DE MINĂ CU ARMARE AUTOMATĂ

A. GENERALITĂȚI

Ceasornicele cu armare automată prezintă două mari avantaje față de cele obișnuite:

— exploatarea lor este foarte comodă prin aceea că nu trebuie armate, fapt care are o importanță foarte mare la ceasornicele etanșe (nu se uzează garnitura coroanei de armare);

— precizia lor este mai ridicată decît a ceasornicelor obișnuite de aceeași calitate prin faptul că arcul motor fiind mereu armat produce un moment constant.

Principiul după care funcționează ceasornicele automate actuale este cunoscut de mult, încă în anul 1760 s-au construit ceasornice de navigație (eșapamentul cronometru nu era cunoscut) cu armare automată. La acestea s-a montat o greutate pe un braț în centrul mecanismului cu posibilitatea de a oscila cu un unghi de 360° și care a armat arcul în

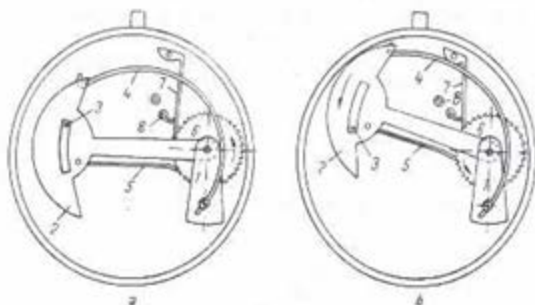


Fig. 176. Mecanismul de armare automată a ceasornicului de buzunar.

ambele sensuri prin intermediul unui angrenaj și al unui mecanism cu clichet. Pentru armare s-a folosit mișcarea de balansare a vaporului.

În anul 1892 s-a construit un ceasornic de buzunar cu mecanism de armare automată reprezentat în figura 176, a. În jurul punctului 1 oscilează corpul de armare 2, limitat în mișcarea sa de știftul 3. Corpul 2 este ținut în poziția ridicată de arcul 4. Datorită mișcărilor purtătorului, corpul de armare va oscila și, împreună cu el, arcul clichet 5 care va roti roata de clichet 6 în sensul săgeții. La ridicarea corpului 2 datorită arcului 4 roata de clichet nu se va roti înapoi fiind blocată de clichetul de blocare 7. Printr-un angrenaj mișcarea este transmisă la roata de armare a arcului. Când acesta este complet armat, cama 8 (fig. 176, b) ridică clichetul de blocare dintre dinții roții de clichet și aceasta va oscila împreună cu corpul 2. O dată cu scurgerea timpului arcul motor se desfășoară, cama 8 se va roti și clichetul de blocare intră din nou în funcțiune.

În prezent se folosesc foarte multe sisteme de armare la ceasornicele de mână care se compun din următoarele părți principale:

- o greutate montată excentric care produce forța necesară;
- un mecanism pentru transmiterea mișcării la arcul motor;
- un dispozitiv pentru limitarea armării.

Unele mai sînt înzestrate cu:

- un dispozitiv pentru semnalizarea rezervei de mers;
- un dispozitiv pentru decuplarea armării manuale de cea auto-

mată.

După felul în care sînt construite aceste dispozitive ceasornicele automate se pot clasifica astfel:

- cu greutatea fixată de un ax central;
- cu greutatea fixată pe circumferința exterioară (inel dințat);
- cu greutatea fixată pe două coloane (cu mișcare liniară).

Dintre acestea, la primele două tipuri de ceasornice greutatea are o mișcare circulară, iar la ultimul o mișcare de translație. La cele cu mișcare circulară se deosebesc două subgrupe:

- cu mișcare oscilatorie;
- cu mișcare de rotație în ambele sensuri (rotor).

După felul cum se transmite mișcarea se deosebesc următoarele tipuri:

- cu sector dințat;
- cu excentric;
- cu roată planetară;
- cu pod oscilant;
- cu roată de clichet dublă.

În toate aceste cazuri mișcarea se poate transmite fie numai într-un singur sens, fie în ambele sensuri.

În clasificarea de mai sus la fiecare grupă există multe variante constructive. În prezent se cunosc peste 50 de sisteme, iar în fiecare an apar 5—6 sisteme noi.

1. Principiul de funcționare

Pentru a înțelege principiul de funcționare al ceasornicelor de mână se vor descrie două sisteme de armare cu greutatea fixată în centrul mecanismului, unul cu mișcare oscilatorie și celălalt cu mișcare de rotație.

Greutatea avînd forma unui sector de cerc (fig. 177) este montată fie rigid pe un ax și se rotește împreună cu el, fie liber pe un bolt fixat în platină din spate. Greutatea montată între platină și capac se poate roti liber fără să atingă platina, carcasa sau capacul. Momentul produs de greutate este mult prea mic pentru a acționa direct asupra arcului motor și de aceea între ele se intercalează un angrenaj cu un raport de reducere de la $1/30$ pînă la $1/200$.

Din această cauză la o rotire completă a greutateii roata de clichet de pe axul motor se rotește cu un unghi cu mult mai mic decît unghiul de divizare al roții și clichetul se oprește undeva pe dinte (fig. 178). Această situație permite rotirea, în sensul invers armării, a întregului lanț cinematic pînă la greutate și produce solicitări suplimentare în mecanism. De aceea se mon-

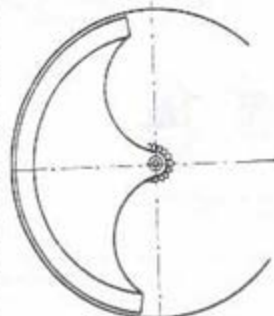


Fig. 177. Rotor cu masă excentrică.

tează un al doilea clichet de blocare pe roată, în apropierea greutateii, care la o oscilație a greutateii se rotește mai mult decât unghiul de divizare și oprește rotirea în sens contrar.

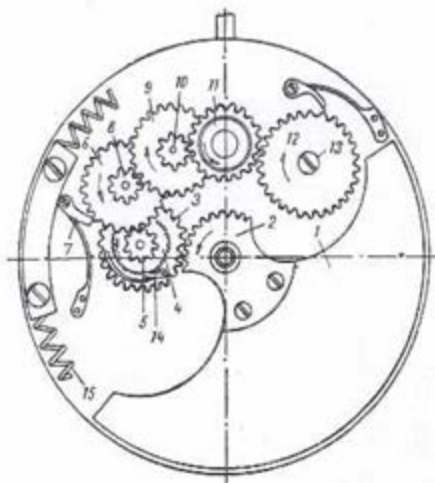


Fig. 178. Mecanism de armare automată cu greutate oscilantă.

Principiul de funcționare a sistemului de armare automată reprezentat în figura 178 este următorul:

Sectorul dințat 2 fixat pe greutatea 1 angrenează cu roata dințată 3 care se poate roti liber în jurul axului. Pe același ax cu ea este montată roata de clichet 4 legată rigid cu pinionul 5. Acest pinion angrenează cu roata 6 care servește și drept roată de clichet pentru clichetul de blocare 7. Rigid cu ea se leagă pinionul 8 care prin intermediul roților 9 și 10 transmite mișcarea la roata de armare 11. Aceasta angrenează cu roata de clichet 12 montată pe axul motor 13.

Dacă sectorul dințat 2 se rotește în sensul indicat prin săgeată, roata 3 angrenează și roata de clichet 4 și mișcarea se transmite până la arcu motor. Dacă dimpotrivă sectorul se rotește în sens contrar, clichetul 14 alunecă peste dinții roții de clichet și roata 3 se învîrte în gol. Deci armarea se face într-un singur sens.

La armarea manuală se rotește roata 11 în sensul săgeții. Din figură rezultă că acest lucru este posibil deoarece mișcarea se transmite numai până la roata de clichet 4. Roata 3 și greutatea 1 rămân libere.

La sistemele de armare cu greutate oscilantă, cursa este de obicei 160°. Ea se limitează cu două arcu amortizoare 15. Chiar și în

acest caz șocurile produse de greutate sînt destul de puternice din care cauză toate șuruburile ceasornicului trebuie bine strinse.

Ceasornicele cu armare automată au un număr mai mare de mecanisme cu clichet decât cele obișnuite. Datorită forței de apăsare a arcuului

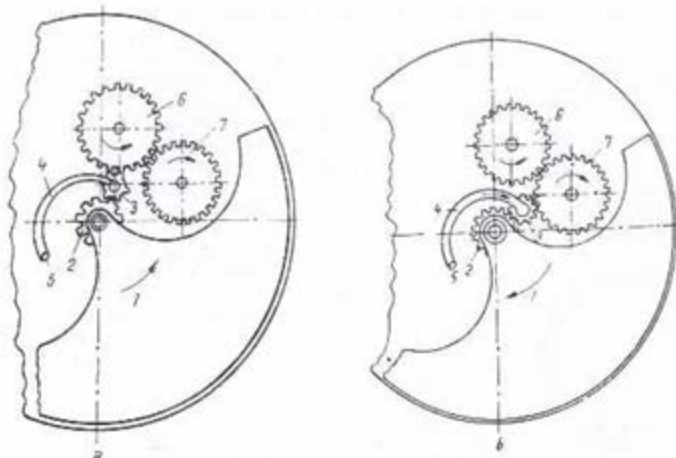


Fig. 179. Mecanism de armare automată cu rotor.

pe clichet ele sînt frîne în mecanismul de armare; de aceea forța arcu-rilor trebuie bine reglată iar suprafața dinților clichet bine șlefuită.

La mecanismul de armare cu greutate rotativă (rotor) din figura 179, a, arcu se armează în ambele sensuri de rotație. În acest scop mecanismul este prevăzut cu un angrenaj direcțional care transformă cele două sensuri de rotație ale rotorului într-un singur sens de rotație în angrenajul de transmisie.

Roata 2 montată rigid pe rotorul 1 este în angrenaj permanent cu pinionul planetar 3 montat pe capătul liber al brațului oscilant 4 care se poate roti liber în jurul punctului 5.

Dacă rotorul se rotește în sensul săgeții, brațul 4 este împins înspre roata 6 și pinionul planetar 3 intră în angrenaj cu aceasta. Roata 6 angrenează cu roata 7 pe care o va roti în sensul orar.

Dacă rotorul se va roti în sens contrar (fig. 179, b) brațul 4 va fi împins spre roata 7 și pinionul planetar intră în angrenaj cu aceasta rotind-o tot în sensul acelor de ceasornic. În acest caz roata 6 se rotește liberă.

Mecanismele de armare cu rotor prezintă avantajul față de cele cu greutate oscilantă că nu produc șocuri în ceasornic iar cursa fiind mai mare (360°) au și eficiență mai mare.

2. Limitarea armării

La ceasornicele cu armare automată o condiție care se pune este aceea de a elimina supraarmarea arcului motor. La ceasornicele cu armare manuală supraarmarea se elimină prin simțul degetelor; și la cele automate se poate aplica același principiu, adică momentul produs de

greutate să fie astfel calculat ca să producă o armare completă, dar să nu dea mecanismul peste cap (să lovească știftul balansierului în furcă). Acest lucru însă este greu de realizat. Dacă se alege un moment de armare mic este periclitată armarea, iar dacă se ia mai mare se produce solicitări mari în mecanismul de ceasornic în momentul când arcul este complet armat. De aceea în majoritatea cazurilor se recurge la un dispozitiv de limitare a armării (fig. 180).

În caseta arcului 1 se introduce prin frecare un inel elastic 3 prevăzut cu un cîrlig de care se agată capătul exterior al arcului motor 2. Bineînțeles diametrul casetei trebuie astfel ales încît să fie respectate legile casetei. Când arcul motor este complet armat, momentul produs de el învinge forța de frecare dintre inel și casetă și inelul se rotește în casetă. Dacă inelul este mai scurt decît circumferința casetei (fig. 180, a), rotirea continuă pînă cînd se stabilește un nou echilibru între forța arcului și cea de frecare a inelului. În celălalt caz (fig. 180, b), cînd inelul este mai lung decît circumferința casetei, inelul face o rotație com-

Fig. 180. Dispozitiv de limitare a supraarmării.

pletă pînă cînd proeminența sferică a lui intră din nou în locul din casetă.

Grosimea inelului este în general de 1,5 ori mai mare decît grosimea arcului și este suficientă pentru ca forța inelului să nu scadă simțitor în decurs de 10 ani de exploatare.

Montarea și demontarea inelului trebuie efectuate cu foarte mare atenție pentru a nu-l deforma iar ungerea lui se face cu ulei viscos sau vaselină pentru a nu micșora forța de frecare.

3. Semnalizarea rezervei de mers

Unele tipuri de ceasornice cu armare automată au dispozitive pentru indicarea rezervei de mers. Acestea indică numărul de ore în care ceasornicul se oprește dacă nu va fi armat între timp.

În figura 181 este reprezentat un astfel de dispozitiv cu indicator și cadran rotitor. Dispozitivul se compune din două părți: una pentru rotirea indicatorului de armare și una pentru rotirea cadranelor la desfășurarea arcului, în timpul funcționării ceasornicului.

La armare pinionul 3 montat rigid pe axul motor antrenează roata 4 pe al cărui ax este montat indicatorul 1.

La desfășurarea arcului, roata dîntată 5, montată rigid pe casetă, antrenează roata 9 prin intermediul roților dîntate 6, 7 și 8. Roata 9 este montată centric cu roata 4 dar se poate roti independent de aceasta între ele fiind montată șaiba 11. Pe axul roții 5 este montat cadranul 2

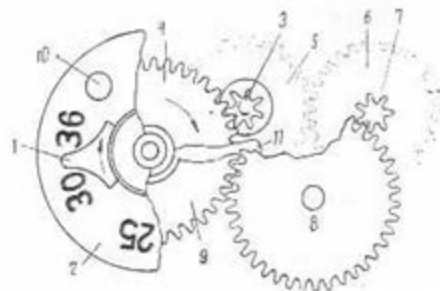
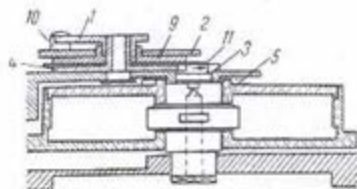


Fig. 181. Dispozitiv de semnalizare a rezervei de mers.

care se rotește împreună cu ea. Cadranul este prevăzut cu știftul limitator 10 de care se tamponează indicatorul cînd arcul este complet armat. În acest moment frîna din interiorul casetei scapă și evită supraarmarea. Ambele, indicatorul și cadranul, se rotesc în același sens, iar poziția relativă dintre ele indică în orice moment rezerva de mers. În general cadranul este numerotat de la 1 la 36.

În figura 182 este reprezentat un mecanism diferențial de semnalizare a rezervei de mers. Pe axul tubular 1 (fig. 182, a) sînt montate liber roțile diferențiale 2 și 5 și prin nituire roata de transmisie 6. Între cele două roți diferențiale se găsesc un rulment cu bile 3 și inelul 4 montat fix pe ax, iar între roțile 5 și 6 o șaibă elastică cu trei brațe 7.

La armare (fig. 182, b), pinionul 9, montat pe axul motor 8, antrenează roata diferențială superioară 5 prin intermediul roții 10. Roata 5 antrenează prin intermediul rulmentului și axului 1 roata de transmisie 6, care rotește discul numerotat 11 în sensul indicat de săgeată.

La desfășurarea arcului (fig. 182, c), roata 12, montată fix pe casetă, antrenează roata diferențială 2 iar aceasta rotește prin intermediul rul-

mentului roata 6 în sens invers celui de la armare. Astfel la armarea și la desfășurarea arcului, discul numerotat va fi rotit în sensuri diferite indicând în orice moment diferența dintre ele, adică rezerva de mers. Discul numerotat este montat pe un ax central sub cadran, iar indicațiile lui sub formă de cifre se citesc în dreptul unui orificiu din cadran.

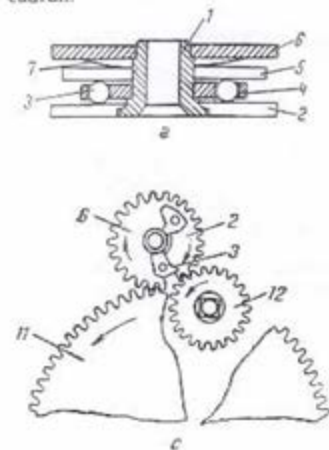


Fig. 182. Dispozitiv diferențial de semnalizare a rezervei de mers.

4. Decuplarea armării manuale

Ceasornicele cu armare automată mai fine, și în special cele etanșe, sînt prevăzute cu un dispozitiv pentru decuplarea armării manuale. Astfel cînd funcționează armarea automată roțile aferente armării manuale stau nemișcate și invers, cînd ceasornicul se armează manual armarea automată nu funcționează.

Dispozitivul de decuplare se montează în unele ceasornice din două motive:

- dacă mecanismul de armare manuală funcționează în permanență el se uzează (la ceasornicele etanșe se pierde etanșarea la coroană iar rezistența crește, pierzîndu-se o parte din energie);
- dacă în timpul armării manuale este cuplat și mecanismul de armare automată, armarea se face greoi și nu se simte cînd arcu este complet armat.

În continuare se vor descrie cîteva din cele mai uzuale dispozitive de decuplare.

a. **Dispozitivul cu pod oscilant** (descriș la ceasornicele obișnuite) este cel mai simplu, însă elimină numai prima deficiență. După cum s-a

arătat la acestea, datorită unui arculeț podul oscilant este scos din angrenaj. Se cuplează cu roata clichet numai la armarea manuală datorită presiunii ce apare la capătul podului oscilant. O dată armarea manuală terminată, arculețul rotește podul oscilant înapoi și scoate pinionul montat pe el din angrenaj.

b. **Dispozitivul de decuplare cu pod oscilant și două roți ajutătoare** este reprezentat în figura 183. Roata ajutătoare 1 este în angrenaj permanent cu roata de clichet 2. Roata de armare 3 este montată liber pe axul podului oscilant și este în angrenaj permanent cu pinionul intermediar 5 montat pe capătul podului. Podul oscilant 4 este împins de arculețul 6 înspre roata 1. Săgețile de pe figură indică sensul de rotație la armarea manuală. La armarea automată roata 5 prînd mișcarea de la roata 1, podul oscilant se va roti și roata 5 va ieși din angrenaj.

Cele două dispozitive descrise decuplează mecanismul de armare manuală, însă nu decuplează și pe cel de armare automată. Cu toate acestea ele se folosesc la unele ceasornice deoarece sînt foarte simple.

c. **Dispozitivul de decuplare cu două roți planetare** este reprezentat în figura 184. La acestea, la armarea manuală cît și la cea automată este în angrenaj cîte o roată planetară, cealaltă fiind scoasă din angrenaj sub presiunea roții de clichet.

Roata de clichet 1, montată rigid pe axul motor, este antrenată consecutiv de roțile planetare 2 și 4. Roata planetară 2 primește mișcarea de la mecanismul de armare automată prin intermediul roții 3, iar roata planetară 4 este antrenată de la coroană prin intermediul roților de armare 5 și 6. Fusurile roților planetare pot culisa în lagăre ovale (alungite). Roata planetară care antrenează roata de clichet rămîne în angrenaj, iar roata planetară care este antrenată de roata de clichet iese din angrenaj. De remarcat că atunci cînd una antrenează, cealaltă este antrenată.

În figura 184, a s-a reprezentat dispozitivul în timpul armării automate, iar în figura 184, b în timpul armării manuale.

d. **Dispozitivul de decuplare cu două clichete** este reprezentat în figura 185. Cele două clichete 7 montate fiecare pe cîte o roată, respectiv 5 și 6 acționează asupra unei singure roți de clichet 4 montată pe axul motor 1. Cele două roți portclichet 5 și 6 se pot roti liber în jurul roții de clichet. Ele sînt distanțate de inelul 8. Tot mecanismul este montat pe

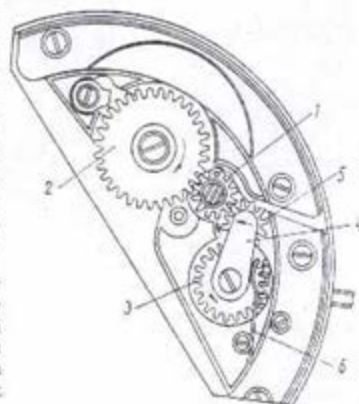


Fig. 183. Dispozitiv de decuplare a armării manuale cu pod oscilant și două roți ajutătoare.

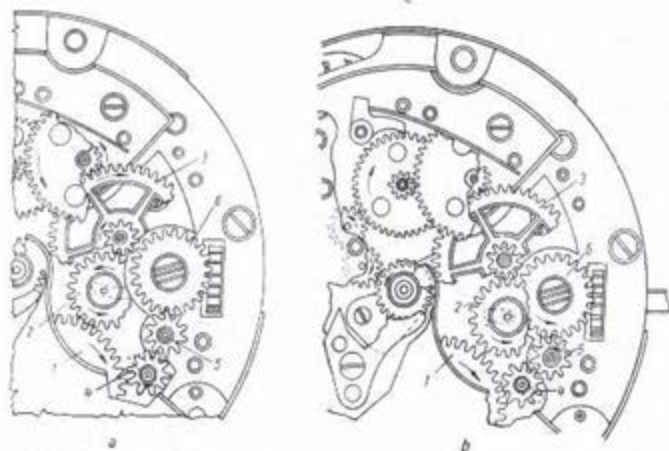


Fig. 184. Dispozitiv de decuplare a armării manuale cu două roți planetare.

partea pătrată de axului motor cu ajutorul a două discuri 2 și 3 asamblate prin filet.

Roțile 5 și 6 sînt antrenate, una de la mecanismul de armare automată și cealaltă de la mecanismul de armare manuală și rotesc roata de clichet în același sens indicat pe figură cu săgeată. Cele două mecanisme de armare funcționează complet independent unul de celălalt. Acest dispozitiv este cel mai modern și foarte des utilizat.

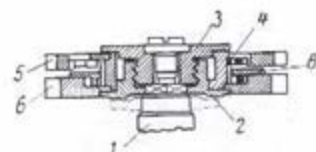


Fig. 185. Dispozitiv de decuplare cu două clichete.

5. Fixarea greutateii

Dintre toate piesele unui ceasornic automat cele mai solicitate sînt axul și lagărul greutateii. Pentru a se obține forța necesară la armare, greutatea (rotorul) trebuie să aibă o masă mare. Aceasta fiind cea mai grea piesă din mecanism și fiind montată excentric, produce solicitări foarte mari în lagăre. Aceste solicitări se amplifică atunci cînd ceasornicul primește șocuri axiale. Din

aceste motive se acordă o atenție deosebită acestor lagăre. În continuare sînt descrise cele mai uzuale tipuri.

a. Lagărul cu alunecare cu bucsă este reprezentat în figura 186. În corpul rotorului 1 este montată prin presare bucsă 2 care este prevăzută cu un ax și o suprafață conică cu un unghi de 60° . Bucsă are un filet

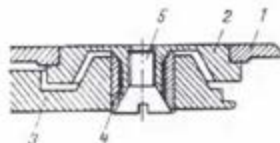


Fig. 186. Lagăr cu alunecare cu bucsă.

interior. În podul rotorului 3 este fixată prin presare o bucsă 4 din beriliu pe a cărei suprafață conică se sprijină bucsă rotorului. Rotorul se fixează cu un șurub de oțel călit 5. La o stringere potrivită, rotorul se poate roti ușor. La acest lagăr frecările sînt relativ mari, dar are avantajul că este foarte simplu.

b. Lagărul cu alunecare cu pietre este reprezentat în figura 187. Acestea sînt foarte des utilizate deoarece frecările sînt mai mici decît

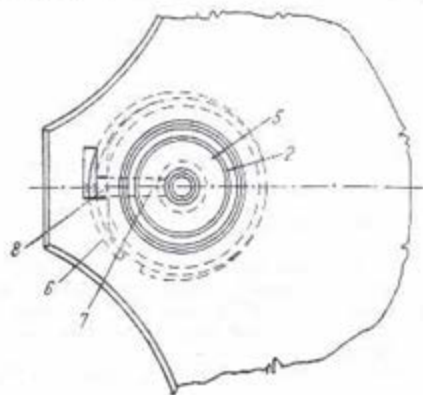


Fig. 187. Lagăr cu alunecare cu pietre.

în cazul precedent. La acest lagăr rotorul este montat pe un ax fixat rigid în podul rotorului.

În corpul rotorului 1 este fixată prin presare bucaș 2. În această bucaș se fixează tot prin presare piatra inferioară 3, piatra superioară 5 și inelul distanțier 4. Jocul axial al rotorului este asigurat de limitatorul 7 fixat cu ajutorul penei 8 și inelului elastic 6.

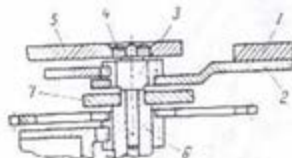


Fig. 188. Rotor montat pe ax minutar.

Montarea rotorului pe un ax împingă unele greutăți deoarece un disc foarte mare se montează excentric pe un ax foarte scurt. Un ax mai lung ar asigura o funcționare mai bună, dar ar îngroșa ceasornicul. De aceea la unele ceasornice se montează rotorul pe axul minutar.

c. **Rotorul montat pe axul minutar** are avantajul că axul poate fi mai lung (fig. 188). Rotorul 1 este montat rigid pe axul 3 prin intermediul amortizorului 2. Fusul superior al axului se rotește într-o piatră 4, presată în podul de armare 5. Pinionul minutar 6 se rotește în podul rotorului 7. În gaura din pinionul minutar intră fusul mai lung al axului 3.

d. **Lagărul pe rulmenți** se utilizează tot mai mult în construcția ceasornicilor cu armare automată datorită avantajelor pe care le prezintă. Lagărul pe rulmenți are o frecare mai mică, iar rularea se face pe un diametru mai mare.

Modul cum se execută montarea rotorului cu rulmenți cu bile este reprezentat în figura 189. În corpul rotorului 1 este montat rigid inelul exterior al rulmentului 2 care este prevăzut cu o dantură exterioară. Podul de armare 3 este prevăzut cu o bucașă cu un filet în interior pentru șurubul 4. Pe circumferința exterioară a bucașei se montează inelul interior al rulmentului care este format din două părți: partea superioară 5 și partea inferioară 6. Între ele se montează inelul 7 care are rolul de a menține bilele 8 distanțate între ele. Cele două părți ale inelului interior al rulmentului se strâng cu șurubul 4, astfel încât cele cinci bile din piatră să ruleze fără joc.

e. **Lagărul cu role** (fig. 190) se folosește cu succes în ultimul timp. În podul de armare 1 este presat axul 2 în jurul căruia se rostogolesc rolele de piatră 3. Inelul exterior 4 al rulmentului, prevăzut cu o dantură exterioară, este presat în gîtul rotorului 5. Rulmentul este închis în partea inferioară de inelul 6, fixat prin presare iar în partea superioară de inelul 7 fixat prin șuruburile 8. Jocul axial al rotorului este asigurat de podul de conducere 9, ale cărei capete sînt fixate în corpul rotorului 10.

f. **Lagărul periferic** (fig. 191) se folosește la ceasornicele automate care au rotorul fixat pe un inel dințat ce se sprijină pe un rulment la

circumferința exterioară a sa. Rotorul 1 este prevăzut la partea inferioară cu inelul dințat 3 fixat cu șuruburile 2, iar la partea exterioară cu două inele de rulmenți 5 și 6 fixate cu șuruburile 4. Bilele de piatră 8 sînt distanțate între ele de inelul 7. Tot sistemul se sprijină pe inelul fix 9.

La unele ceasornice, în scopul menajării lagărului rotorului mai ales la șocurile axiale cînd solicitările devin foarte mari, se montează

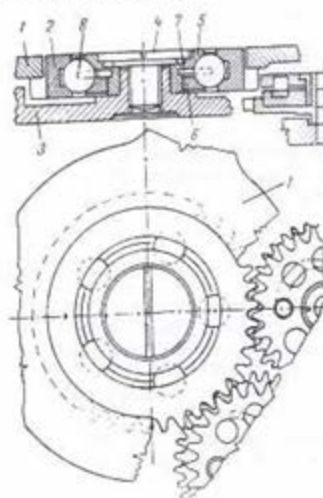


Fig. 189. Lagăr cu bile.

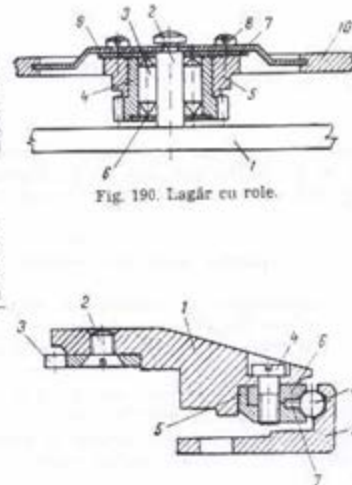


Fig. 191. Lagăr periferic.

niște pietre la periferia rotorului (fig. 192). Rotorul 5, montat excentric pe un ax în centrul mecanismului, este prevăzut la circumferința sa exterioară cu un inel 7 fixat cu șurubul 6. Pe inelul 7 sînt montate niște rubine bombate 8 a căror calotă sferică, bine lustruită, depășește

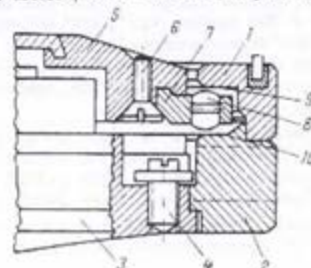


Fig. 192. Dispozitiv antișoc.

grosimea inelului. De asemenea, suprafețele 9 și 10 ale inelului superior 1 și ale inelului inferior 2, în al cărui interior este amplasat întregul mecanism de ceasornic, sînt bine lustruite.

La funcționarea normală, aceste pietre nu ating inelele. La șocuri însă, datorită încovoierii axei, pietrele ating unul din inele și limitează încovoierea axei. Datorită suprafețelor bine lustruite pietrele alunecă pe ele permițînd rotirea în continuare a rotorului.

B. SISTEME DE ARMARE AUTOMATĂ

Deoarece ceasornicele de mină cu armare automată au apărut relativ recent, nu s-a impus nici unul din multiplele sisteme cunoscute. De aceea este necesar să fie descrise sistemele cele mai uzuale.

1. Armarea cu greutate oscilantă

La mecanismele de armare automată din această categorie, peste podurile roților dințate se montează podul de armare în care se fixează lagărul superior al greutății. Greutatea se montează central pe axul prelungit al ceasornicului. Ea execută o mișcare de oscilație de 160° . Limitarea mișcării greutății se face cu două arcuri elicoidale, montate cu ajutorul unui butuc pe carcasa ceasornicului.

Dintre mecanismele de armare cu greutate oscilantă se vor descrie două tipuri, cel cu armare într-un singur sens și cel cu armare în ambele sensuri.

a. **Mecanismul de armare într-un singur sens, cu greutate oscilantă** este reprezentat în figura 193. La acesta, armarea arcului are loc cînd greutatea se mișcă de la stînga spre dreapta.

Pe greutatea 1 care poate oscila în jurul axului central este montat pinionul 2 care angrenează cu sectorul dințat 3. Sectorul dințat este montat pe axul roții de clichet 4 în jurul căreia se poate roti liber. Pe el este montat clichetul 5 care este apăsător între dinții roții clichet 4 de arc 6. Tot asupra roții 4 mai acționează clichetul de blocare 7 montat pe podul mecanismului. Pe axul roții de clichet 4 și legat de roată este montat un pinion care antrenează roata de armare 8 care, la rîndul său, este cuplată cu roata de armare manuală 9 și cu roata clichet 10 montată pe axul motor.

Dacă greutatea se deplasează în jos (în sensul săgeții), sectorul dințat este împins în sus, iar clichetul 5 rotește roata 4 cu cîțiva dinți. La mișcarea greutății în sens contrar, roata 4 este blocată de clichetul 7, iar clichetul 5 alunecă peste dinții roții.

La armarea manuală, roata 4 se rotește în sensul indicat de săgeată și ambii clicheturi alunecă peste dinți.

b. **Mecanismul de armare în ambele sensuri cu greutate oscilantă** (fig. 194) este asemănător celui descris înainte cu deosebirea că pe axul roții de clichet 4 sînt montate două sectoare dințate care angrenează simultan cu pinionul 1 fixat pe greutate. Dacă pinionul 1 se rotește

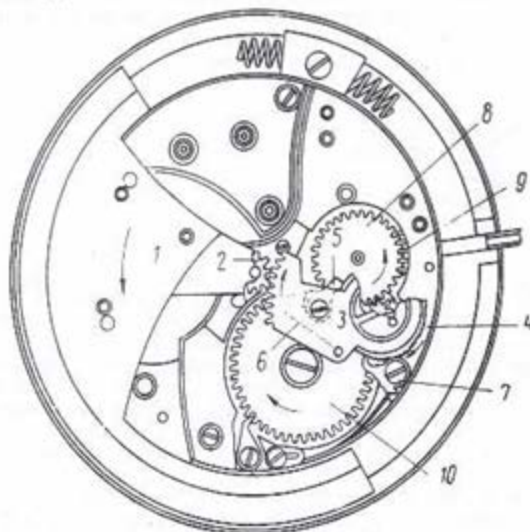


Fig. 193. Mecanism de armare într-un singur sens cu greutate oscilantă.

în sensul săgeții, sectorul 5 va urca și clichetul montat pe el va aluneca peste dinți, îndeplinind rolul clichetului de blocare. În același timp sectorul 2 va coborî și clichetul 3 montat pe el va antrena roata de clichet 4.

Dacă sensul de rotire al pinionului 1 se schimbă, rolurile se inversează, iar roata 4 este antrenată în același sens. La armarea manuală, roata 4 se rotește în sensul săgeții și ambii clicheturi alunecă peste dinți. La acest mecanism armarea se realizează de două ori mai repede decît la primul.

Mecanismele de armare automată cu greutate oscilantă au două dezavantaje:

— armarea se face relativ încet datorită limitării unghiului de oscilație (160°);

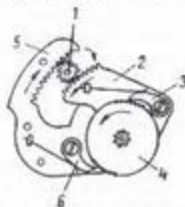


Fig. 194. Mecanismul de armare în ambele sensuri cu greutate oscilantă.

— în mecanismul de ceasornic se produc șocuri puternice cînd greutatea lovește în limitator. Pentru amortizarea acestor șocuri care solicită toate lagărele și șuruburile mecanismului se folosesc limitatoare cu arcuri elicoidale al căror mod de montare este indicat în figura 195.

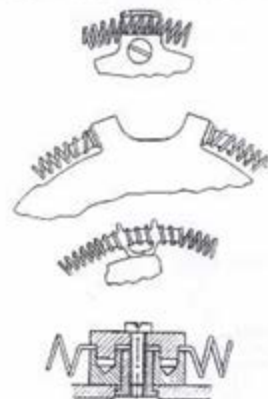


Fig. 195. Limitatoare cu arcuri elicoidale.

2. Armarea cu rotor (greutate rotitoare)

Datorită dezavantajelor mecanismelor de armare cu greutate oscilantă, utilizarea acestora este limitată. Marea majoritate a fabricilor constructoare folosesc în prezent mecanismele de armare cu rotor. Acestea se fabrică în foarte multe variante constructive, care, după felul cum se transmite mișcarea la arcu motor se pot clasifica în următoarele grupe:

- cu transmisie prin sector dințat;
- cu transmisie prin excentric;
- cu transmisie prin roată planetară;
- cu transmisie cu pod oscilant;
- cu transmisie cu roată de clichet dublă;
- cu mecanisme cu rotor planetar.

a. **Mecanismul de armare cu rotor și sector dințat.** Acest mecanism de armare a rezultat din perfecționarea mecanismului de armare cu două sectoare separate care erau simultan în angrenaj cu roata de antrenare. La acesta, cele două sectoare sînt legate rigid și oscilează împreună, iar antrenarea lor se face consecutiv. Pentru buna funcționare este necesar ca raportul de transmisie între roata de antrenare și cele două sectoare să fie același.

Mecanismul cu rotor și sector dințat este reprezentat în figura 196, a. Pe rotorul 1 este montată rigid roata de antrenare 2, care se poate roti în ambele sensuri în jurul axului 3. În situația reprezentată în figură, cînd rotorul se rotește în sensul săgeții, roata de antrenare 2, fiind în angrenaj cu sectorul 4, îl va deplasa în sus și îl va roti în jurul axului 5 împreună cu clichetele 6 și 7 montate pe el. Clichetul 6 va roti roata 8 care este o roată dintată obișnuită și angrenează cu roata 9, peste ai cărei dinți alunecă clichetul 7. Pe axul roții 9 este montat un pinion care transmite mișcarea în continuare spre axul motor.

Rotorul continuîndu-și mișcarea, la un moment dat sectorul 4 iese din angrenaj (fig. 196, b) și se oprește. Rotîndu-se în continuare, roata de antrenare intră din nou în angrenaj cu știfturile 10 care sînt în număr de trei. În acest moment sectorul 4 se va deplasa în jos împreună cu clichetul 7 care va roti roata 9 în același sens ca în cazul anterior. Roata 8 merge în gol și clichetul 6 alunecă peste dinții roții, avînd acum rolul de clichet de blocare.

La armarea manuală roata 9 se rotește în sensul săgeții și ambii clicheti alunecă peste dinți.

b. **Mecanismul de armare cu rotor și excentric.** La mecanismele de armare cu excentric pe axul rotorului în loc de roata de antrenare este

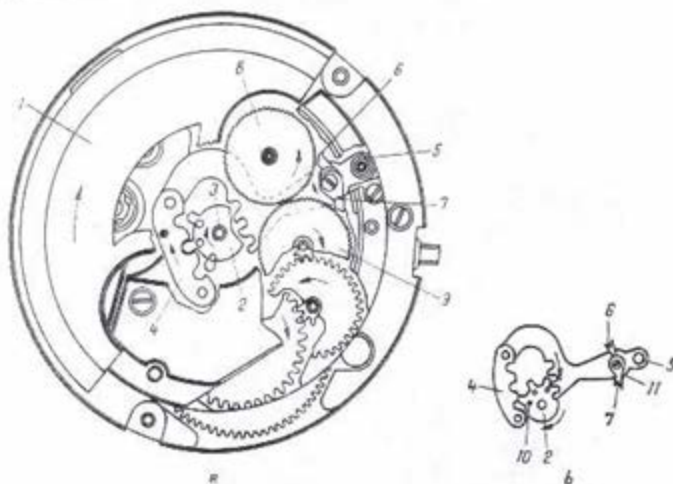


Fig. 196. Mecanism de armare cu rotor și sector dințat (a) și dispozitivul său de inversare a mișcării (b).

montat un excentric sau o camă de diferite forme geometrice, care acționînd asupra unui braț îi va imprima o mișcare de oscilație sau de du-te-vino. Cu ajutorul unor clicheti și al roții dintate această mișcare este transmisă la axul motor.

Din categoria mecanismelor de armare cu excentric se disting următoarele:

- mecanismul de armare în salturi;
- mecanismul de armare continuu;
- mecanismul cu știft excentric;
- mecanismul cu rulment excentric;
- mecanismul cu braț lung.

1) **Mecanismul de armare în salturi** este reprezentat în figura 197. Armarea se face discontinuu, indiferent de sensul de rotație al rotorului. Pe rotorul 1 este montată cama 2 prevăzută cu trei proeminențe (dinți) care se rotesc împreună în jurul axului central 3. Pe camă se reazemă o roată 5 montată pe capătul unui braț 4 ce se poate roti în jurul axului roții de clichet 7. Brațul 4 este apăsător spre camă de arcu 6. Pe braț este montat clichetul 8 care acționează roata de clichet 7. Pe aceeași roată mai acționează clichetul de blocare 9 montat pe podul roților dintate.

Dacă rotorul se rotește în sensul săgeții, rola 5, împreună cu brațul 4, se deplasează spre stînga și clichetul 8 rotește roata de clichet 7 cu cîțiva dinți. Clichetul 9 alunecă peste dinți. Pinionul montat pe axul roții de clichet antrenează roata mare de clichet montată pe axul motor.

Cama rotindu-se mai departe, la un moment dat brațul 4 se va opri, după care se va mișca înapoi (spre dreapta) pe măsură ce rola 5 coboară

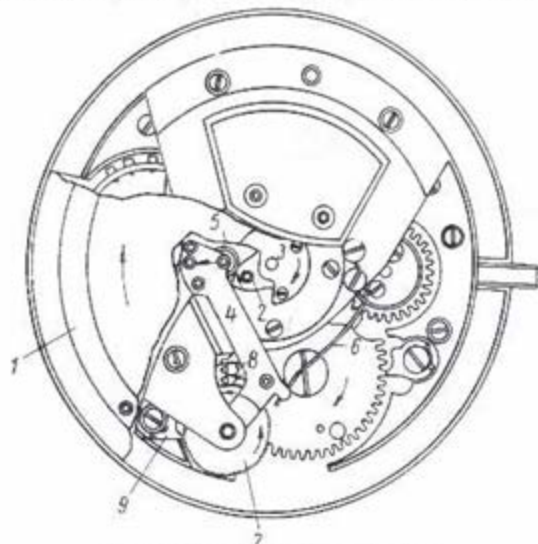


Fig. 197. Mecanism de armare în salturi.

pe panta camel. Deplasarea în acest sens a brațului este asigurată de arcul 6. În timpul deplasării brațului spre dreapta, clichetul 8 alunecă peste dinții roții 7 care stă nemiscată. După cum se observă, chiar dacă rotorul se rotește continuu armarea se face discontinuu. Acesta este dezavantajul acestui mecanism de armare, deoarece numai o parte din rotația rotorului se folosește pentru armare.

2) Mecanismul de armare continuu (fig. 198) elimină acest neajuns.

Pe axul 1 al rotorului este montat un disc excentric 2 pe care se sprijină, cu un mic joc, rolele 4 montate liber pe podul de armare 3 care poate oscila în jurul axului 5. Pe acest pod sînt montați cu știfturile 6 și 8 clichetii 7 și 9 care acționează ambii asupra roții de clichet 12, fiind apăsați pe aceasta de arcul comun 10, limitat în extinderea lui de știftul 11.

Cînd cama se rotește, podul începe să oscileze în jurul punctului 5. Dacă podul se mișcă în sensul săgeții, clichetul 9 rotește roata 12, iar clichetul 7 alunecă peste dinții acesteia. Dacă podul se mișcă în sens con-

trar, clichetii își inversează rolurile și roata 12 se rotește în același sens. Prin intermediul pinionului 13 și al roții 14 se armează arcul motor.

La cele două mecanisme descrise, cu armare continuu și discontinuu axul rotorului este montat în lagăre cu alunecare. Pentru a se reduce frecările în lagăr, fusurile se fac subțiri, ceea ce însă prezintă pericol

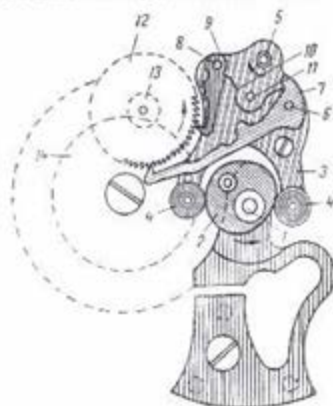


Fig. 198. Mecanism de armare continuu.

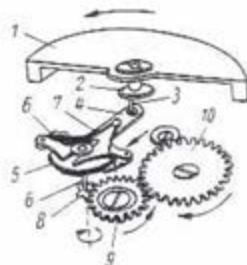


Fig. 199. Mecanism de armare cu știft excentric.

de rupere la șocuri. Pentru a elimina acest inconvenient la unele ceasornice rotorul se montează pe rulmenți.

3) Mecanismul de armare cu știft excentric (fig. 199) are rotorul fixat pe rulmenți. Pe axul rotorului 1 este montat un disc 2 prevăzut cu un știft excentric 3 care intră într-un lagăr cu piatră din brațul de armare 4 pe care îl comandă. Brațul de armare are o crestare care alunecă pe axul roții de clichet 5. Pe braț sînt montați clichetii 6 și 6' care acționează asupra roții 5, fiind apăsați de arcul comun 7. Solidară cu roata 5 se rotește pinionul 8, care transmite mișcarea la axul motor prin intermediul roților 9 și 10.

Dacă rotorul se rotește în direcția săgeții, știftul 3 împinge brațul de armare înainte și, în același timp, îl și rotește. Sub influența celor două mișcări, clichetul 6' va roti roata de clichet iar clichetul 6 va aluneca peste dinți. Rotindu-se în continuare, știftul 3, după ce a trecut de punctul mort, va trage brațul înapoi și îl va roti în același timp în sens contrar. Acum clichetii își inversează rolurile: clichetul 6 rotește roata în același sens, iar clichetul 6' alunecă peste dinți.

4) Mecanismul de armare cu rulment excentric este reprezentat în figura 200. La acest mecanism excentricul nu este montat pe axul rotorului, ci pe axul imediat următor din lanțul cinematic. Datorită acestui

fapt se diminuează șocurile, mai ales la schimbarea direcției de rotație a rotorului.

Pe axul 1 al rotorului este montată roata de antrenare 2 care angrenează cu roata 3 pe axul căreia este montat excentric rulmentul 4. Inelul exterior al rulmentului poate culisa într-o fereastră mică dreptunghiulară din brațul de armare 5, care se rotește în jurul axului 6. Pe brațul de

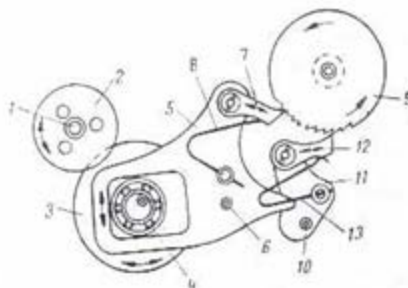


Fig. 200. Mecanism de armare cu rulment excentric.

armare este montat clichetul 7, care este apăsător de arcul 8 pe roata de clichet 9. Virful brațului de armare intră în scobitura brațului oscilant 11, care este articulat în punctul 10. Pe brațul oscilant este montat clichetul 12, care este apăsător tot pe roata 9 de arcul 13.

Sub influența excentricului, brațul de armare va oscila, iar cei doi clicheturi vor antrena pe rând în același sens roata de clichet 9.

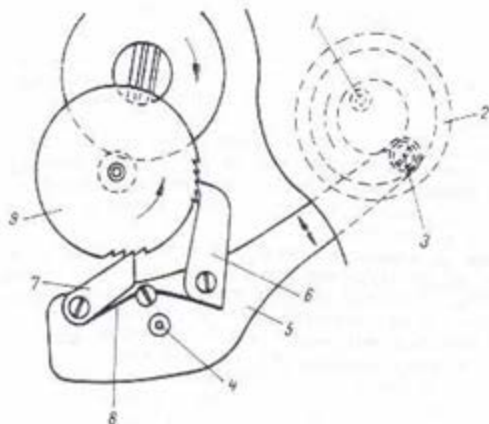


Fig. 201. Mecanism de armare cu braț lung.

5) Mecanismul de armare cu braț lung (fig. 201) prezintă avantajul că energia transmisă de rotor este relativ mare și nu necesită un raport mare de reducere. Brațul lung 5, articulat în punctul 4, este prevăzut la capăt cu o piatră 3 care alunecă în canalul circular al discului 2 montat excentric pe axul 1 al rotorului. Pe braț sunt montați clichetii 6 și 7, care sînt apăsați pe roata de clichet 9 de arcul comun 8.

Sub influența excentricului, brațul 5 descrie o mișcare de oscilație în jurul axului 4 și clichetii vor roti pe rînd în același sens roata de clichet 9.

c. Mecanismul de armare cu rotor și roți planetare. Mecanismul de armare cu rotor și roți planetare folosește în mod avantajos forțele care apar în angrenaj pe profilul dinților în contact. Sensul acestor forțe depinde de sensul de rotație și de poziția axelor. Ele scot sau introduc roțile planetare în angrenaj.

Mecanismele de armare cu roți și roți planetare pot fi:

- cu o singură roată planetară;
- cu roți planetare gemene;
- cu două roți planetare.

1) Mecanismul de armare cu rotor și o singură roată planetară este reprezentat în figura 202. Pe axul rotorului 1 este montată roata de antrenare 2, care este în angrenaj permanent cu roata planetară 3. Roata planetară poate intra în angrenaj fie cu roata de clichet 4, fie cu roata 5. Roțile 4 și 5 sînt angrenate între ele.

Dacă rotorul se rotește în sensul indicat de săgeata continuă, roata planetară intră în angrenaj cu roata 5, pe care o antrenează în sensul orar. Dacă rotorul se rotește în celălalt sens (indicat în figură prin săgeată întreruptă), roata planetară intră în angrenaj cu roata de clichet 4, iar aceasta, la rîndul ei, antrenează roata 5 tot în sensul orar.

Dezavantajul acestui mecanism constă în faptul că distanța dintre axele roților nu este constantă în tot timpul angrenării, ceea ce provoacă alunecarea profilelor și uzarea dinților. Pe de altă parte, mișcările scurte ale rotorului nu pot fi folosite pentru armare ci numai pentru schimbarea poziției roții planetare.

2) Mecanismul de armare cu rotor și roți planetare gemene este reprezentat în figura 203. Roata de antrenare 1, montată pe axul rotorului, este în angrenaj permanent cu roata planetară 2, care împreună cu roata planetară 3 cu care este în angrenaj permanent, formează roțile gemene. Cele două roți planetare sînt montate fiecare în lagăre ovale. Lagărele celor două roți sînt paralele astfel încît la schimbarea pozițiilor roților se schimbă și distanța axială, care însă este neglijabilă.

Dacă rotorul se rotește în sensul săgeții, forțele care apasă pe dinți scot roata 2 din angrenaj și introduc roata 3 în angrenaj cu roata de clichet 4, rotind-o în sensul indicat de săgeată. Dacă rotorul se rotește în sens invers, roata 2 intră în angrenaj cu roata 4, iar roata 3 iese din angrenaj rotindu-se în gol. Roata de clichet 4 va fi antrenată în ace-

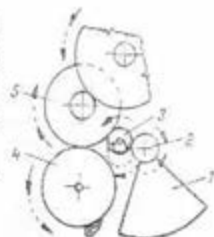


Fig. 202. Mecanism de armare cu o singură roată planetară.

Fig. 203. Mecanism de armare cu roți planetare gemene. Fig. 204. Mecanism de armare cu două roți planetare.

Pe suportul elastic 1 este montat rotorul 2 pe al cărui ax se găsesc roata de armare 3, în angrenaj permanent cu roțile planetare 4 și 5. Roata planetară 5 acționează direct, iar roata planetară 4 acționează prin intermediul roții intermediare 7 asupra roții de transmisie 8. Când rotorul se află în repaus, ambele roți planetare se află în angrenare, fiind menținute în această poziție de arcul 6. Astfel se obțin două avantaje: roata 8 este blocată, eliminându-se un clichet iar mișcările scurte ale rotorului pot fi folosite pentru armare.

La armarea manuală, roata de armare 9 va antrena roata de clichet 11 care este asigurată de clichetul 10. În acest timp mecanismul de armare automată este complet decuplat cu ajutorul cuplei 12.

Fig. 205. Mecanism de armare cu pod oscilant.

Dacă rotorul se rotește în sensul aceluiași giroscop, rotorul se rotește astfel încât antrenarea roții clichet 5 să se facă de roata planetară 1. Dacă rotorul se rotește în sens contrar, roata 5 este antrenată direct de roata planetară 2, iar roata 1 se rotește în gol. În ambele cazuri roata 5 va fi antrenată în același sens.

Acest lucru s-a realizat prin folosirea mecanismului cu roată de cîchet dublă. La acesta, cîchetul nu mai este apăsător pe dantură de un arc, ci execută o mișcare forțată și frinarea, cauzată numai de frecări, este mult redusă.

Mecanismele de armare cu roată clichet dublă sînt cele mai moderne și, datorită pierderilor minime, sînt tot mai mult folosite.

În figura 206 este reprezentat un astfel de mecanism. Roata inferioară 1 este montată rigid pe pinionul 2. Roata superioară 3, cu un diametru mai mic decît roata 1, este legată rigid de roata de clichet 4 și ambele se pot roti liber pe ax. Deplasarea axială a roții superioare este

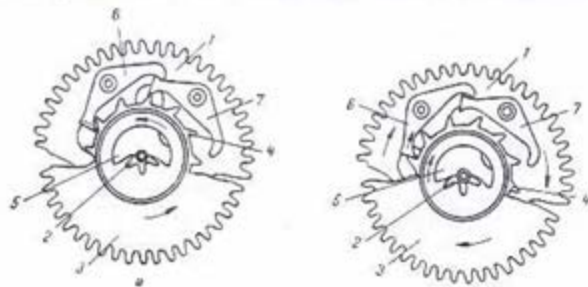


Fig. 206. Mecanism de armare cu roată de clichet dublă.

limitată de discul 5. Pe roata inferioară sînt montați clichetii 6 și 7 care se pot roti liber în jurul bolțurilor de fixare. Cele două roți sînt astfel montate încît clichetii și roata de clichet să se afle între ele.

Dacă roata superioară împreună cu roata de clichet se rotesc în sensul săgeții (fig. 206, a), atunci limba de închidere a clichetului 6 alunecă pe panta dintelui în sus pînă cînd scapă, dar în același timp capătul celălalt al clichetului apasă în jos limba de închidere a clichetului 7. Pasul este astfel calculat încît limba de închidere a clichetului 7 să coboare numai după ce a trecut un dinte al roții de clichet.

În continuare, dintele următor ridică limba de închidere a clichetului 7, dar concomitent coboară limba clichetului 6. În felul acesta, în orice moment o limbă de închidere se găsește între dinții roții de clichet. Dacă roata de clichet se rotește în sens contrar (fig. 206, b), un dinte se sprijină pe clichet și antrenează prin intermediul lui roata inferioară.

În figura 207 este reprezentat modul în care se folosește acest sistem în ceasornic. Roata de antrenare 2, montată pe axul rotorului 1, este în angrenaj permanent cu roțile superioare 3 și 4, care se rotesc liber pe axele lor. Roțile inferioare 5 și 6 angrenează între ele. Pinionul 7, fixat pe roata 6, antrenează roata de transmisie 8.

Dacă rotorul se rotește în direcția săgeții, roata 3 se rotește în gol, iar roata 4 va antrena și roata inferioară 6 care, la rîndul ei, va antrena cealaltă roată inferioară 5, care va merge tot în gol. Pinionul 7 va transmite micșorarea la roata 8.

Dacă rotorul se rotește în sens contrar, roata 3 va antrena roata 5, iar aceasta va roti roata 6 în același mod ca în cazul precedent. Roata 4 se rotește în gol în sens invers față de roata 6. Clichetii permit acest lucru, oscilînd însă mai repede.

O altă variantă constructivă a mecanismului cu roată de clichet dublă este reprezentată în figura 208. Pe pinionul 1 sînt fixate rigid roțile de clichet 2 și 3. Roțile 4 și 5 se rotesc liber pe ax și angrenează una cu cealaltă. Pe fiecare dintre aceste roți sînt montați cîte doi clichetii 6 de formă specială, avînd o gaură ovală. Datorită acestui fapt, pe lîngă oscilația în jurul bolțurilor 7, ei se pot deplasa și liniar (înainte și înapoi). Oscilația clichetilor este limitată de știftul 8.

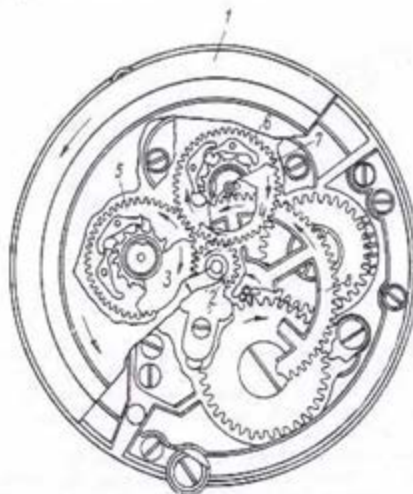


Fig. 207. Ceasornic cu mecanism de armare cu roată de clichet dublă.

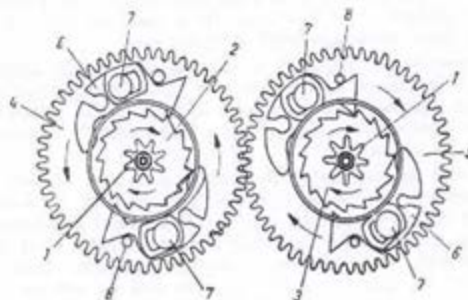


Fig. 208. Mecanism de armare cu roată de clichet dublă.

Cei doi clicheti sînt astfel amplasați pe roată încît în orice moment limba de închidere a unuia dintre clicheti să se afle între dinții roții. Clichetii permit rotirea într-un singur sens și funcționează după același principiu ca și eșapamentul ciocănelului la ceasornicul deșteptător.

În figura 209 este reprezentată încă o variantă constructivă a unui astfel de mecanism. Pe pinionul 1 este fixată rigid roata inferioară 2, de care este legat, tot rigid, un inel cu dantură specială interioară 3 și o

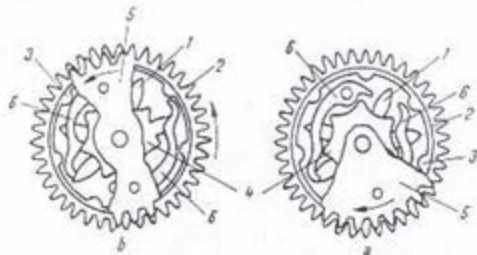


Fig. 209. Mecanism de armare cu roata de clichet dublă și clichet șerpuitor.

roată sub formă de stea 4. Roata superioară 5 se poate roti liber pe ax și are montați pe ea doi clicheti 6 de formă specială. În figura 209, a roata 5 se poate roti liber, iar cei doi clicheti șerpulesc între inel și stea; în figura 209, b roata 5 rotindu-se în sens contrar antrenează prin intermediul clichetilor și roata inferioară 2.

La unele ceasornice roata de clichet și clichetii s-au înlocuit cu o pereche de roți planetare cu dantură unghiulară ascuțită. Un astfel de sistem este reprezentat în figura 210. Roata inferioară 2 este legată rigid de axul 1 (fig. 210, c). Roata superioară 3 împreună cu roata 4 și lagărul 5 formează corp comun și se rotesc liber pe axul 1. Roata inferioară este prevăzută cu două știfturi 6 și două limitatoare triunghiulare 7 (fig. 210, a, b). Pe știfturile 6 se montează câte o roată planetară 8 avînd o gaură mult mai mare decît diametrul știftului.

Dacă roata superioară 3 (fig. 210, a) se rotește în sensul săgeții, roțile planetare 8 se blochează, iar mișcarea se transmite la roata inferioară 2. Dacă însă această roată se rotește în sens invers (fig. 210, b), roțile planetare se deplasează și trec pe lângă limitatorul 7. Montarea în ceasornic rezultă din figura 207.

Tot în categoria mecanismelor de armare cu roată clichet dublă intră și mecanismul reprezentat în figura 211, cu toate că la acesta nu mai este vorba de clichet propriu-zis. Axul 1 și pinionul 2 fac corp comun și pe ele este montat rigid tamburul 3. Roata dințată 4 se rotește liber și este prevăzută în interior cu o dantură specifică. Arcurile de cerc care leagă baza dinților au centrul deplasat față de axa de rotație. În locașurile delimitate de dinții interiori ai roții 4 se introduc niște role 5 de piatră. Diametrul acestor role este mai mare decît distanța

minimă dintre diametrul exterior al tamburului și fundul locașurilor roletelor. Astfel, cînd roletile vor fi antrenate de roata 4 în sensul orar (fig. 211, b) ele se vor împănă și vor antrena tamburul. Dacă roata 4 se rotește în sens contrar ele se vor elibera și tamburul 3 rămîne nemișcat (fig. 211, a).

Felul cum sînt montate aceste roți în ceasornic rezultă din figura 212. Roata de antrenare 1 de pe rotor angrenează cu roata 2 al cărei pinion

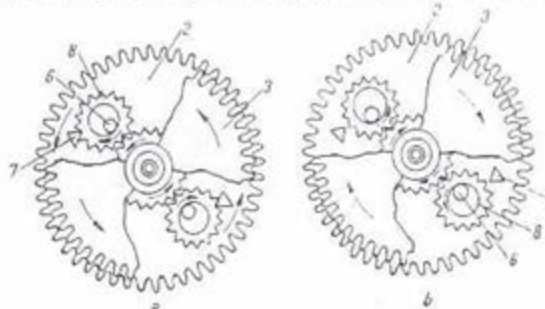


Fig. 210. Mecanism de armare cu roată dublă și roți planetare.

antrenează roata de transmisie 3. Roata direcțională 2 angrenează cu cealaltă roată direcțională 4 al cărei pinion angrenează tot cu roata de transmisie 3. În felul acesta, este asigurată armarea arcului motor într-o singură direcție, indiferent de sensul de rotație al rotorului.

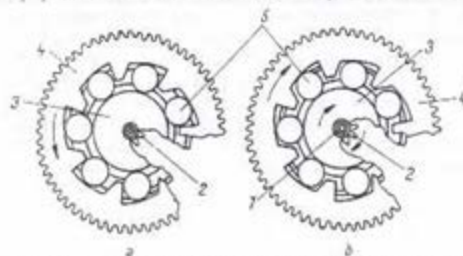


Fig. 211. Mecanism de armare cu roată dublă și role.

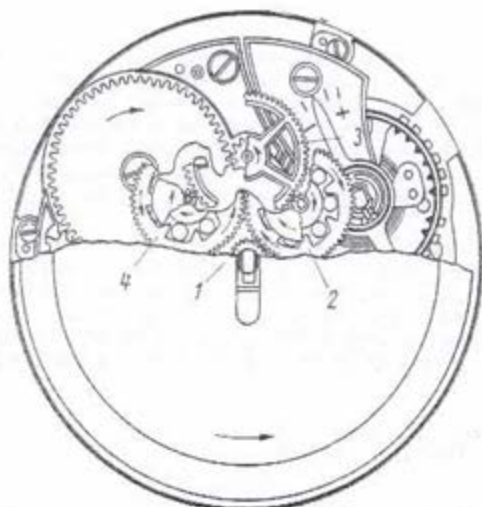


Fig. 212. Ceasornic cu mecanism de armare cu roată dublă și role.

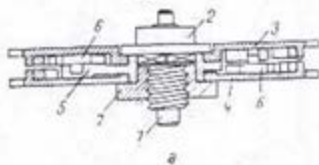


Fig. 213. Mecanism cu roată dublă cu un singur ax.

Un mecanism de armare cu roată de clichet dublă, la care ambele roți sînt montate pe același ax, este reprezentat în figura 213, a. Pe axul 1, care face corp comun cu pinionul 2, se pot roti liber roata superioară 3 și roata inferioară 4, ambele roți fiind prevăzute cu o dantură interioară înclinată. Înclinarea profilelor la cele două roți este de sens contrar. Axul 1 este prevăzut cu o porțiune pătrată pe care este montat discul 5. Pe acest disc sînt montate două roți planetare cu dinți înclinați 6, care angrenează una cu dantura interioară a roții 3, iar cealaltă cu roata 4. Tot acest ansamblu este închis de piulița filetată 7 astfel ca jocul axial să fie minim.

Dacă roata 3 se rotește în sensul indicat în figura 213, b, roata planetară 6 se rotește în jurul axului propriu. Dacă roata 3 se rotește în sens contrar (fig. 213, c), roata planetară 6 se blochează (datorită dinților înclinați) și astfel va fi antrenat discul 5 și, împreună cu el, axul 1.

Dacă în locul roții 3 se va roti roata 4, cele arătate se vor repeta, numai că lucrurile vor fi inversate, adică, în primul caz prezentat roata 4 va antrena și axul, iar în al doilea caz roata 4 și roata planetară 6 se vor roti liber.

f. **Mecanismul de armare cu rotor planetar.** La toate sistemele de armare automată prezentate pînă acum, cu greutate oscilantă sau cu rotor, acestea sînt montate pe ax în centrul ceasornicului. Greutatea oscilează sau se rotește deasupra podului roților dințate din care cauză ceasornicele au o grosime destul de mare.

Mecanismele cu rotor central mai au dezavantajul că axul și lagărele sînt foarte mult solicitate și se uzează repede.

În ultimii ani, datorită perfecționării mecanismelor de armare automată, se utilizează rotoare mai mici, care pot fi amplasate lateral, eco-

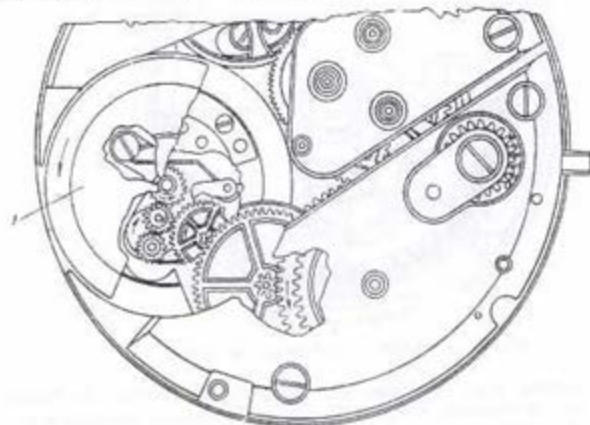


Fig. 214. Ceasornic cu rotor planetar.

nomisindu-se spațiul. Aceste rotoare sînt amplasate la nivelul podurilor și nu îngroașă ceasornicul. Ele mai prezintă avantajul că solicitările în lagăr sînt mult reduse. Pentru a nu se mări prea mult raportul de amplificare al forței, aceste rotoare se execută din materiale grele (aur, platină etc.). Aceste rotoare pot fi folosite cu oricare dintre sistemele de armare descrise. Constructorii preferă însă mecanismul cu pod oscilant, deoarece acesta se poate miniaturiza mai ușor. În figura 214 este reprezentat un ceasornic cu rotor planetar și pod oscilant, în care prin 1 s-a notat rotorul.

3. Armarea cu inel dințat

La mecanismul de armare cu inel dințat rotorul este montat cu ajutorul unui rulment fie pe axul central, fie pe circumferința sa. În ambele cazuri, lagărul (rulmentul) trebuie să fie destul de robust ca să reziste la șocuri și la uzură prematură.

Rotorul se compune dintr-un inel prevăzut cu dantură interioară pe care este fixată excentric o greutate. Un astfel de mecanism este reprezentat, în figura 215. Rotorul 1, de care este fixat inelul 2, antrenează roata dințată 3. Pinionul 4, fixat pe roata 3, antrenează sistemul



Fig. 215. Mecanism de armare cu inel dințat.

directional. Acesta poate fi oricare din mecanismele descrise. În figură s-a reprezentat mecanismul cu roată de clichet dublă unde pinionul 4 antrenează roata superioară 5 și roata intermediară 6, care la rândul ei antrenează roata inferioară 7 în sens contrar față de roata 5.

4. Armarea cu mișcare liniară

Mecanismul de armare automată la care greutatea execută o mișcare liniară este destul de rar folosit deoarece execuția lui cere o înaltă tehnicitate și multă precizie. Totuși, la unele ceasornice se folosește acest mecanism reprezentat în figura 216. În acest caz se folosesc impulsurile care apar în timp ce ceasornicul este purtat pe mină. Aceste impulsuri au direcția cifrelor 6—12 de pe cadran. De aceea greutatea montată pe două coloane paralele execută o mișcare rectilinie alternativă în această direcție.

La capătul cursei greutății apar șocuri care sînt amortizate de arcuri.

Greutatea 1 are forma de inel și poate culisa pe coloanele 2 și 3 care sînt fixate rigid de mecanism. Pe greutate este fixat prin șuruburi brațul 4 de care este legată printr-o articulație tija dințată 5, apăsată spre roata de clichet 7 de arcul 6. Atît roata de clichet cît și tija dințată sînt prevăzute cu dinți înclinați. Pe roata de clichet mai acționează cli-

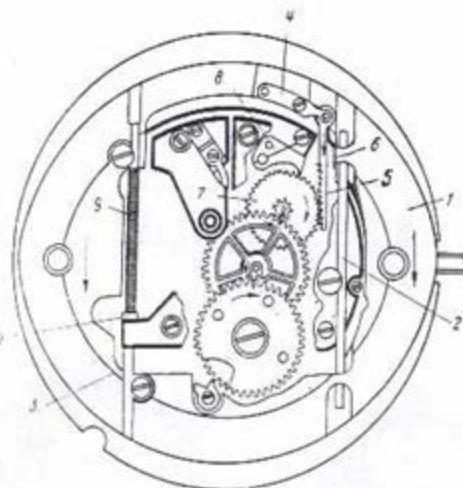


Fig. 216. Mecanism de armare cu mișcare liniară.

chetul de blocare 8. Armarea se produce numai într-o singură direcție (în direcția săgeții de pe desen), cealaltă fiind o cursă în gol. Readucerea greutății în poziția inițială (cursa în gol) este asigurată de arcul 9 a cărui forță se poate regla cu inelul 10.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sînt avantajele ceasornicelor cu armare automată?
2. Care sînt părțile principale ale mecanismului de armare automată?
3. Cum se clasifică ceasornicele cu armare automată?
4. Care este principiul de funcționare a ceasornicelor cu armare automată?
5. Ce se înțelege prin supraarmare?
6. Cum se evită supraarmarea?
7. Cum se face semnalizarea rezervei de mers?
8. Cum funcționează dispozitivul de semnalizare diferențial?
9. Din ce motive se aplică decuplarea armării manuale?
10. Care sînt principalele dispozitive de decuplare a armării?
11. Cum funcționează ele?
12. Care sînt principalele tipuri de lagăre pentru rotor?
13. Cum se evită suprasarcinile în lagăr în cazul șocurilor?
14. Care sînt mecanismele de armare automată cu greutate oscilantă și cum funcționează ele?
15. Care sînt dezavantajele mecanismelor de armare automată cu greutate oscilantă?
16. Care sînt principalele grupe de mecanisme de armare automată cu roți?
17. Cum funcționează mecanismul de armare automată cu sector dințat?
18. Care sînt principalele mecanisme de armare cu excentric și care este deosebirea dintre ele?
19. Care sînt principalele mecanisme de armare cu roată planetară și cum funcționează ele?
20. Care este avantajul mecanismului de armare cu pod oscilant față de cele cu roată planetară?
21. Cum se micșorează forțele de frecare la mecanismul de armare cu roata de clichet dublă?
22. Cum funcționează mecanismul de armare cu roata de clichet dublă?
23. Care sînt avantajele rotorului planetar?
24. Cum funcționează mecanismul de armare cu inel dințat?
25. Cum funcționează mecanismul de armare cu mișcare liniară?

PARTEA A PATRA

Aparate electrice folosite în ceasornicărie

CAPITOLUL I

ELEMENTE DE CIRCUIT

Datorită avantajelor pe care le prezintă, ceasornicele electrice se utilizează din ce în ce mai mult și de aceea este necesar ca ceasornicarul să cunoască funcționarea acelor aparate electrice care intră în construcția ceasornicelor.

În această parte sînt descrise principalele aparate electrice folosite în ceasornicărie și instrumentele de măsură indispensabile atelierelor de reparat.

Elementele cei mai frecvent întîlnite în construcția aparatelor cit și în circuitele electrice sînt: rezistențele electrice; bobinele; condensatoarele.

1. Rezistențe electrice

a. **Definiție.** Proprietatea conductoarelor electrice de a se opune trecerii curentului electric se numește rezistență electrică. Rezistența electrică a unui conductor se poate determina cantitativ pe baza legii lui Ohm:

$$R = \frac{U}{I} \quad (23)$$

Valoarea constantei R (rezistența) este o mărime caracteristică fiecărui conductor. Deci rezistența electrică R a unui conductor este o mărime

rime ce poate fi măsurată indirect prin raportul dintre tensiunea electrică constantă U aplicată între capetele conductorului și intensitatea curentului continuu I produsă de ea în conductor.

Rezistența electrică se reprezintă simbolic, în schemele electrice cu în figura 217.

Din legea lui Ohm se deduce unitatea de rezistență electrică. Dacă tensiunea se măsoară în volți (V) iar curentul în amperi (A) se obține re-

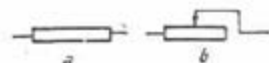


Fig. 217. Reprezentarea schematică a rezistențelor:

a — rezistență fixă; b — rezistență variabilă.

zistența în ohmi (Ω). Un ohm este rezistența unui conductor prin care se stabilește un curent de un amper dacă la capetele lui se aplică o tensiune constantă de un volt.

Rezistența electrică depinde de dimensiunile și de natura conductorului. Ea poate fi exprimată și cu relația:

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (24)$$

în care:

l — lungimea conductorului;

S — secțiunea conductorului;

ρ — rezistivitatea.

Dacă în relația (24) se ia $l=1$ m și $S=1$ mm² atunci $R=\rho$, adică rezistivitatea unei substanțe este o mărime numeric egală cu rezistența unui conductor din acea substanță având lungimea de 1 m și secțiunea de 1 mm².

b. **Dependența rezistenței de temperatură.** S-a constatat că rezistivitatea ρ crește o dată cu creșterea temperaturii.

Pentru variații de temperatură nu prea mari dependența rezistivității față de temperatură este dată de relația:

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha t) \quad (25)$$

în care:

ρ_0 este rezistivitatea la 0°C;

ρ — rezistivitatea la temperatura t ;

α — coeficientul termic al rezistivității.

Pentru metale pure valoarea lui α este de 0,004 grad⁻¹. Pentru unele aliaje speciale care se folosesc la executarea rezistoarelor, valoarea lui α poate fi considerată practic nulă. Există o serie de substanțe numite semiconductoare a căror rezistivitate scade cind temperatura crește.

c. **Efectele rezistenței electrice într-un circuit.** Orice rezistență electrică într-un circuit închis produce o cădere de tensiune exprimată prin relația:

$$U = RI \quad (26)$$

în care U este diferența de potențial măsurată între capetele rezistenței. Dacă tensiunea aplicată unui circuit electric rămâne constantă, iar rezistența crește, curentul din circuit scade. Cind rezistența ajunge la infinit

curentul este egal cu zero, deci întreruperea circuitului este echivalentă cu introducerea în circuit a unei rezistențe cu valoare infinită.

Dimpotrivă, dacă rezistența se micșorează curentul crește. Cind rezistența ajunge aproape de zero curentul crește foarte mult (scurtcircuit) și dacă nu este întrerupt la timp produce arderea elementelor pe care le străbate.

O rezistență electrică străbătută de curent transformă o parte din energia electrică în energie calorică (căldură). Acest fenomen este exprimat de legea Joule-Lenz:

$$W = RI^2 t \quad (27)$$

în care W este energia transformată în căldură iar t este timpul cit a durat fenomenul.

Deoarece nu există circuit electric fără rezistență electrică înseamnă că toate aparatele electrice se încălzesc. Această încălzire nu împiedică buna lor funcționare dacă nu depășește anumite limite care să degradeze materialul.

d. **Gruparea rezistoarelor.** Rezistorul este un corp conductor sau semiconductor utilizat ca element de circuit pentru proprietatea sa de a avea o anumită rezistență electrică. Rezistoarele se fabrică pentru anumite valori ale rezistenței. Pentru a se obține alte valori este uneori necesar să se grupeze rezistoarele. Gruparea lor se face în două feluri: legarea în serie și legarea în paralel.

Prin legarea în serie (fig. 218) fiecare rezistor este parcurs de același curent. Tensiunea U aplicată la bornele A și B este egală cu suma căderilor de tensiune pe cele trei rezistoare. Ținându-se seamă de legea lui Ohm $U = I \cdot R$ se poate scrie:

$$R \cdot I = R_1 I + R_2 I + R_3 I = (R_1 + R_2 + R_3) \cdot I$$

adică

$$R = R_1 + R_2 + R_3 \quad (28)$$

Generalizindu-se se poate afirma că rezistența echivalentă a mai multor rezistoare legate în serie este egală cu suma rezistențelor acelor rezistoare.

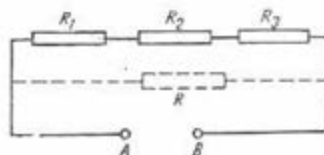


Fig. 218. Legarea în serie a rezistoarelor.

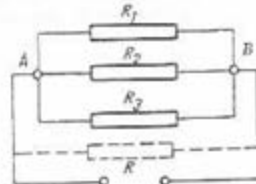


Fig. 219. Legarea în paralel a rezistoarelor.

Gruparea în paralel a rezistoarelor (fig. 219) se face prin legarea împreună a intrărilor, respectiv ieșirilor tuturor rezistoarelor. Astfel curentul total I se ramifică în punctul A în I_1 , I_2 și I_3 .

Ținându-se seamă că în punctul B, $I = I_1 + I_2 + I_3$ și de legea lui Ohm se poate scrie:

$$\frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3} \text{ sau } \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad (29)$$

Generalizându-se pentru mai multe rezistoare se poate afirma că inversul rezistenței echivalente a unui grup de rezistoare legate în paralel este egal cu suma inverselor rezistențelor acelor rezistoare.

Dacă toate rezistoarele legate în paralel au aceeași rezistență R_1 atunci rezistența echivalentă este egală cu $\frac{1}{n}$ din valoarea unei singure rezistențe

$$R = \frac{R_1}{n} \quad (30)$$

Receptoarele electrice, alimentate de la aceeași rețea electrică trebuind să poată funcționa fie toate o dată, fie separat fiecare se leagă în paralel. Deconectarea unuia nu împiedică funcționarea celorlalte.

e. **Măsurarea rezistențelor electrice.** Mărimea rezistenței se deduce din legea lui Ohm: $R = \frac{U}{I}$.

Pentru rezistențe mari se folosește montajul din figura 220, a. Trebuie măsurate tensiunea U la capetele rezistenței R_x și curentul I care circulă prin R_x . Ampermetrul A dă valoarea exactă pentru I . Tensiunea U măsurată de voltmetrul V conține și tensiunea de la bornele ampermetrului $U_A = I \cdot R_A$ care trebuie scăzută din U . Valoarea rezistenței de măsurat va fi deci:

$$R_x = \frac{U - I \cdot R_A}{I} \quad (31)$$

Rezistența ampermetrului este însă foarte mică față de valoarea rezistenței de măsurat, deci se poate neglija $I \cdot R_A$ față de U înțit:

$$R_x \approx \frac{U}{I}, \text{ valoare foarte apropiată de valoarea reală a lui } R_x.$$

Pentru măsurarea rezistențelor mici se folosește montajul din figura 220, b. Voltmetrul V indică valoarea exactă a tensiunii U dintre bornele A și B ale rezistenței R_x . Însă curentul I indicat de ampermetrul A conține și curentul $I_V = \frac{U_V}{R_V}$ care circulă prin voltmetru și trebuie scăzut din I . Valoarea rezistenței de măsurat va fi:

$$R_x = \frac{U}{I - I_V} = \frac{U}{I - \frac{U_V}{R_V}} \quad (32)$$

Deoarece voltmetrul are rezistența R_V foarte mare față de R_x , curentul I_V poate fi neglijat față de I înțit:

$$R_x \approx \frac{U}{I}, \text{ valoare foarte apropiată de valoarea reală a lui } R_x. \quad (33)$$

Pentru măsurarea rapidă și directă a rezistențelor nu prea mici se folosește ohmmetrul. El se bazează pe măsurarea unei rezistențe cu ajutorul unui voltmetru V (fig. 221) cu rezistența R_V cunoscută. La închiderea întrerupătorului K , rezistența de măsurat este scurtcircuitată, iar

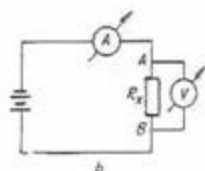
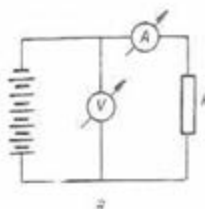


Fig. 220. Măsurarea rezistențelor cu voltmetrul și ampermetrul.

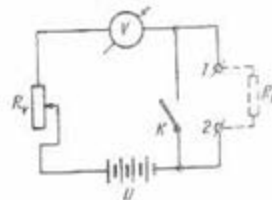


Fig. 221. Măsurarea rezistențelor cu voltmetrul și rezistența etalon.

voltmetrul indică tensiunea U de la bornele sursei. La deschiderea întrerupătorului K , voltmetrul indică numai tensiunea U_V de la bornele sale. La bornele rezistenței de măsurat R_x va fi deci tensiunea:

$$U_x = U - U_V = IR = \frac{U}{R_V} R$$

Se deduce:

$$R_x = \frac{U - U_V}{U_V} R_V \quad (34)$$

Întregul montaj inclusiv bateria de alimentare se introduce într-o cutie, lăsându-se accesibile din exterior bornele între care se conectează rezistența de măsurat. Scara este gradată în volți și în ohmi astfel încât la scurtcircuitare (când întrerupătorul este închis) cind deviația este maximă acul indică valoarea zero a rezistenței.

f. **Construcția și utilizările rezistoarelor.** După cum s-a arătat rezistențele electrice conectate într-un circuit electric produc o scădere de tensiune și transformă energia electrică în energie termică. Din acest punct de vedere rezistoarele se împart în două grupe: pentru încălzire și pentru reglarea tensiunii.

Rezistoarele pentru încălzire se folosesc în aparatele și instalațiile termice ca: reșouri, cuptoare electrice, fiare de călcat etc.

Rezistoarele pentru reglarea tensiunii se folosesc în laboratoare, la instrumente de măsurat, în radiotehnică, la pornirea și reglarea motoarelor electrice etc.

Rezistoarele de încălzire se execută fie din aliaje metalice, fie din carbură de siliciu (silită). Aliajele pentru rezistențe se trag în sîrmă sau benzi de diferite secțiuni. Rezistoarele din sîrmă se înfășoară sub formă de bare sau tuburi, avînd diametrul între 4 și 50 mm, iar lungimea între 60 și 1 500 mm, cu capetele metalizate.

Pentru executarea rezistențelor de reglare se folosesc aliaje metalice care au coeficientul termic al rezistivității foarte mic (practic egal cu zero).

Astfel de aliaje sînt: manganina (86% Cu, 2% Ni, 12% Mn), constantanul (60% Cu, 40% Ni), nichelina (30% Ni, 3% Mn, 67% Cu), crom-nichelul (57% Ni, 16% Cr, 27% Fe) etc. Aceste aliaje se trag în sîrmă subțire și se înfășoară sub formă de bobină.

În tehnica curenților mici (telecomunicații, radiotehnică) și în ceasornicării se folosesc cu precădere rezistoare chimice pe bază de cărbune. Ele se împart în:

- rezistoare cu peliculă de lac;
- rezistoare cu strat de cărbune;
- rezistoare masive.

1) **Rezistoarele cu peliculă de lac** se execută aplicîndu-se pe tuburi subțiri de sticlă o peliculă formată din lac de ulei cu grafit și negru de fum.

Bornele de legătură se realizează din sirme lipite pe pelicula de lac cu o pastă specială, bună conducătoare.

Tubul se acoperă apoi sub presiune cu un strat de protecție din masă plastică.

Aceste rezistoare au dezavantajul unei valori mai puțin stabile în timp și care variază mult cu temperatura și au o rezistență insuficientă la umiditate.

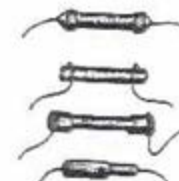


Fig. 222. Rezistoare cu strat de cărbune.

2) **Rezistoarele cu strat de cărbune** (fig. 222) se obțin precipitînd pe vergele ceramice carbon rezultat din descompunerea vaporilor de hidrocarburi la temperatură înaltă și fără oxigen.

Valori diferite și mărite ale rezistenței se obțin prin tăierea unui șant în spirală pe suprafața straturilor conductor. Operația se execută cu un disc subțire abraziv, apoi vergeaua se acoperă cu un lac protector contra umezelii și deteriorării mecanice.

Rezistențele chimice se fabrică pentru puteri de la 0,25 W la cîțiva wați și au borne de diferite construcții.

3) **Rezistoarele masive** se fabrică în formă de bare, din praf de cărbune sau de grafit cu liant sintetic. Uneori aceste rezistoare se închid în tuburi izoante.

2. Bobine de inducție

a. **Definiție.** Bobina de inducție se obține prin înfășurarea unui fir conductor izolat, sub formă de spire alăturate, pe un cilindru cu lungime mare față de diametrul spirelor (fig. 223, a).

Dacă prin înfășurarea unei bobine curcua un curent electric în interiorul bobinei ia naștere un cîmp magnetic, cu o inducție magnetică:

$$B = \mu \frac{NI}{l} \quad (35)$$

în care:

- N este numărul de spire ale bobinei;
- I — curentul ce străbate înfășurarea;
- l — lungimea bobinei;
- μ — o constantă care depinde de materialul miezului, denumită permeabilitate magnetică.

Sensul liniilor de forță ale cîmpului magnetic din interiorul bobinei se obține prin aplicarea regulii burghiului drept. Dacă se rotește un burghiu drept în sensul în care circulă curentul în spirele bobinei, atunci sensul de înăltare al burghiului indică sensul liniilor de forță ale cîmpului magnetic din bobină. Reprezentarea schematică a bobinei (fără miez de fier) este arătată în figura 223, b.

Proprietatea unei bobine de a da naștere unei tensiuni electromotoare induse se numește inductanță. Inductanța unei bobine se notează cu litera L , iar unitatea prin care se măsoară se numește henry (H).

Tensiunea electromotoare apare într-o bobină atunci cînd ea este plasată într-un cîmp magnetic variabil. Dacă cîmpul magnetic variabil este produs de însăși bobina prin variația curentului din spirele ei, se obține o tensiune electromotoare denumită de autoinducție.

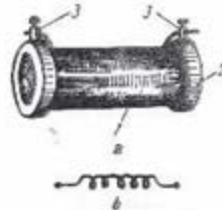


Fig. 223. Bobină:
1 — conductor; 2 — carcasă izolantă; 3 — borne.

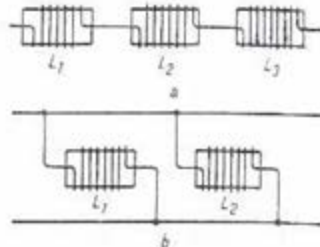


Fig. 224. Gruparea bobinelor așezate la distanță unele de altele.

b. **Gruparea bobinelor.** La legarea bobinelor în serie sau paralel apar două cazuri distincte:

1) **Bobinele grupate sînt așezate la distanță unele de altele astfel ca ele să nu se influențeze reciproc.** În acest caz inductivitatea bobinei echivalente se calculează cu aceeași relație ca în cazul grupării rezistențelor.

La gruparea în serie (fig. 224, a):

$$L = L_1 + L_2 + L_3 \quad (36)$$

La gruparea în paralel (fig. 224, b):

$$\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} \quad (37)$$

2) Bobinele grupate sunt așezate la distanțe mici și se influențează reciproc (sunt cuplate). În acest caz la calculul inductivității echivalente se ia în considerație și coeficientul de inducție mutuală (M) care se calculează cu relația:

$$M = \sqrt{L_1 \cdot L_2} \quad (38)$$

Astfel autoinducția a două bobine cuplate și legate în serie este:

$$L = L_1 + L_2 \pm 2M \quad (39)$$

după cum spirele sunt în același sens (fig. 225, a) sau în sens opus (fig. 225, b).

În cazul legării în paralel:

$$L = \frac{L_1 \cdot L_2 - M^2}{L_1 + L_2 + 2M} \quad (40)$$

Fig. 225. Gruparea bobinelor apropiate între ele.

Rolul bobinelor de reacță în circuitele electrice este de a reduce și localiza efectele scurtcircuitelor. La circuitele de curent continuu se limitează numai curentul de scurtcircuit inițial pe cînd la circuitele de curent alternativ curentul de circuit se limitează pe toată perioada scurtcircuitului.

Bobinele se utilizează pe scară largă în radiotehnică și anume în circuitele oscilante.

3. Condensatoare

a. **Definiție.** Condensatorul este un aparat constituit din două suprafețe conductoare (armături) separate printr-un strat izolator avînd o grosime mică în raport cu dimensiunile armăturilor.

Condensatorul se caracterizează prin capacitatea sa. Prin capacitate electrică se înțelege raportul constant dintre cantitatea de electricitate cu care este încărcat un conductor și valoarea la care se ridică potențialul său.

Notîndu-se cu C capacitatea electrică, rezultă:

$$C = \frac{Q}{V} \quad (41)$$

Dacă cantitatea de electricitate se măsoară în coulombi (C) și potențialul în volți (V) se obține capacitatea în farazi (F).

Un farad este capacitatea unui conductor, izolat și depărtat de alte conductoare, care la potențialul de 1 V se încarcă cu 1 C.

Faradul este o unitate de capacitate electrică foarte mare și de aceea în practică se folosesc submultiplii faradului: microfaradul (μF), nanofaradul (nF) și picofaradul (pF).

Condensatorul are o capacitate mult mai mare decît capacitatea armăturilor care îl formează.

Capacitatea electrică a unui condensator este definită prin raportul dintre sarcina unei armături și diferența de potențial dintre cele două armături

$$C = \frac{Q}{V_A - V_B} \quad (42)$$

Condensatorul se încarcă atunci cînd una dintre armături este pusă la un potențial oarecare. În felul acesta fiecare armătură se încarcă cu aceeași cantitate de electricitate, dar de sens contrar.

Unindu-se armăturile printr-un conductor, condensatorul se descarcă producînd o scînteie electrică. Condensatorul este deci un acumulator de energie electrică. Condensatoarele se prezintă prin două linii groase, paralele, egale în lungime (fig. 226).

b. **Clasificarea condensatoarelor.** Condensatoarele se pot clasifica după mai multe criterii:

- după forma lor pot fi: plane, cilindrice, sferice;
- după posibilitatea de variere a capacității sunt: fixe și variabile;
- după natura dielectricului dintre armături pot fi: cu hîrtie impregnată, material ceramic, mică, ulei, materiale sintetice;
- după domeniul de utilizare există pentru: îmbunătățirea factorului de putere, telefonie și radiotehnică, înmagazinarea energiei etc.

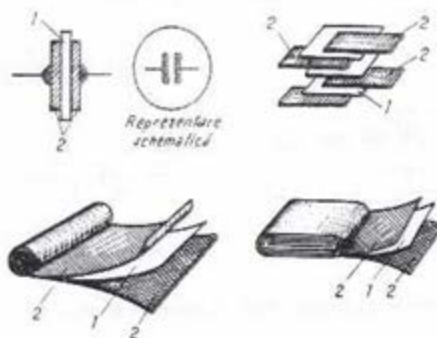


Fig. 226. Executarea condensatoarelor.
1 — dielectric; 2 — armătură.

c. **Gruparea condensatoarelor.** În practică se pune de multe ori problema să se obțină o capacitate diferită de aceea a condensatoarelor existente. Lucrul acesta se realizează prin gruparea condensatoarelor. Mai

multe condensatoare legate împreună se comportă ca un condensator unic cu o capacitate diferită de aceea a fiecărui condensator în parte.

1) Gruparea condensatoarelor în paralel se realizează legându-se toate armăturile pozitive împreună, respectiv cele negative (fig. 227). În felul acesta armăturile pozitive sînt puse la același potențial V_A iar cele negative la potențialul V_B . Notîndu-se cu C_1, C_2, C_3 capacitățile celor trei condensatoare, se poate scrie:

$$C_1 = \frac{Q_1}{V_A - V_B}, \quad C_2 = \frac{Q_2}{V_A - V_B}, \quad C_3 = \frac{Q_3}{V_A - V_B} \quad (43)$$

sau capacitatea bateriei de condensatoare C :

$$C = \frac{Q}{V_A - V_B} \quad (44)$$

în care $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$ este cantitatea totală de energie acumulată de baterie.

Înlocuindu-se în această egalitate cantitățile de electricitate cu valorile lor scoase din relațiile (43 și 44) se obține:

$$C = C_1 + C_2 + C_3. \quad (45)$$

2) Gruparea condensatoarelor în serie (cascadă) se execută legînd succesiv armătura pozitivă de armătura negativă a condensatorului vecin (fig. 228).

În acest caz fiecare armătură acumulează aceeași cantitate de electricitate, alternativ pozitivă și negativă, iar potențialul armăturilor legate împreună este același.

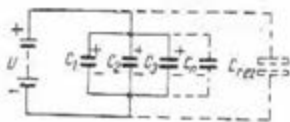


Fig. 227. Gruparea condensatoarelor în paralel.

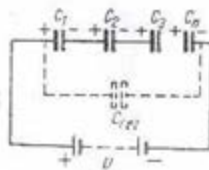


Fig. 228. Gruparea condensatoarelor în serie.

Capacitățile condensatoarelor fiind diferite se poate scrie:

$$C_1 = \frac{Q}{V_A - V_B}, \quad C_2 = \frac{Q}{V_B - V_C}, \quad C_3 = \frac{Q}{V_C - V_D} \quad (46)$$

iar capacitatea bateriei este:

$$C = \frac{Q}{V_A - V_D}. \quad (47)$$

Ținîndu-se seama că: $V_A - V_D = (V_A - V_B) + (V_B - V_C) + (V_C - V_D)$ și înlocuindu-se diferențele de potențial prin valorile lor scoase din relațiile (46) și (47) se obține:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \quad (48)$$

d. Construcția condensatoarelor. Din marea varietate de condensatoare care se folosesc în diferite domenii se vor descrie numai acele tipuri care se folosesc în radiotehnică și în ceasornicele electrice.

1) Condensatoarele variabile (fig. 229) se folosesc în aparatele de radio recepție pentru variația frecvenței circuitului oscilant. Se compun din trei bolturi pe care se montează armăturile fixe echidistante. Pe un alt bolt, prevăzut la capăt cu rozetă, se montează armăturile mobile astfel încît între două armături fixe să fie una mobilă și invers. Rotîndu-se rozeta, se introduce sau se scoate o parte dintre armăturile mobile, variînd astfel capacitatea condensatorului.

2) Condensatoarele cu hirtie impregnată sau hirtie metalizată se obțin prin înfășurarea unor foițe de metal și hirtie impregnată suprapuse (v. fig. 226) sau prin înfășurarea foiței de hirtie metalizată. Aceste condensatoare au de obicei o capacitate cuprinsă între 100 pF și 10 μF.

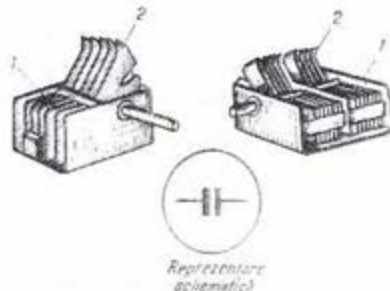


Fig. 229. Condensatoare variabile:
1 — armături fixe; 2 — armături mobile.



Fig. 230. Condensatoare electrolitice.

3) Condensatoarele electrolitice sau electrochimice (fig. 230) sînt formate dintr-un cilindru de aluminiu care se umple cu o soluție de hidroxid de sodiu. Hidroxidul de sodiu atacă aluminiul, formînd la suprafața lui un strat foarte subțire de hidroxid de aluminiu, care constituie dielectricul condensatorului și a cărui grosime are abia o fracțiune de micrometru (micron). Peretele de aluminiu și hidroxidul de sodiu formează cele două armături ale condensatorului. Hidroxidul de sodiu este pus în legătură cu exteriorul printr-un conductor de fier, care nu este atacat de NaOH.

Capacitatea condensatoarelor electrolitice este cuprinsă între 10 μF și 2.000 μF.

Condensatoarele nu pot fi încărcate la potențial mai mare decât acela pentru care au fost construite. Dacă diferența de potențial dintre armături este prea mare, câmpul devine foarte intens și dielectricul poate fi străpuns (devine bun conductor). În acest moment condensatorul se descarcă prin dielectric și el nu mai este utilizabil.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sînt elementele de circuit?
2. Ce se înțelege prin rezistență electrică?
3. Care este unitatea de măsură pentru rezistențele electrice?
4. Care sînt efectele rezistenței electrice într-un circuit?
5. Ce este un rezistor?
6. Cum se grupează rezistoarele și pentru ce?
7. Cum se măsoară rezistențele?
8. Cum se clasifică rezistoarele?
9. Ce este o bobină de reacțanță?
10. Care este rolul bobinelor în circuitele electrice?
11. Ce se înțelege prin condensatoare?
12. Care este unitatea de măsură pentru capacitatea electrică?
13. Cum se clasifică condensatoarele?
14. Cum se grupează condensatoarele?
15. Din ce se compune condensatorul electrolitic?

CAPITOLUL II

TUBURI ELECTRONICE

A. DIODA

Emiterii de electroni de către metale (sau de alte conductoare) prin încălzire la incandescență se numesc *emisie termoelectronică*. Numărul de electroni emiși crește cu temperatura. Energia necesară unui electron pentru a putea ieși din conductor se numește energie de extracție. Fenomenul emisie termoelectronice se utilizează pentru a obține electroni în tuburile electronice.

Dioda este un tub electronic, constituit dintr-un balon de sticlă sau metal, în care s-a făcut vid înalt și care are doi electrozi: catodul 1 și anodul 2 (fig. 231). Catodul este un filament din wolfram, care poate fi adus la incandescență prin trecerea unui curent electric dat de o baterie de încălzire; în acest caz catodul este cu încălzire directă (fig. 231, a).

Adesea filamentul 3 încălzește o suprafață metalică (cămașa 4) acoperită cu un strat de oxid de bariu, calciu sau stronțiu. Acești oxizi emit electroni mai intens și la o temperatură mai mică decât metalele. În acest caz catodul este cu încălzire indirectă (fig. 231, b).

Circuitul format din bateria de încălzire și filament reprezintă circuitul de încălzire al filamentului.

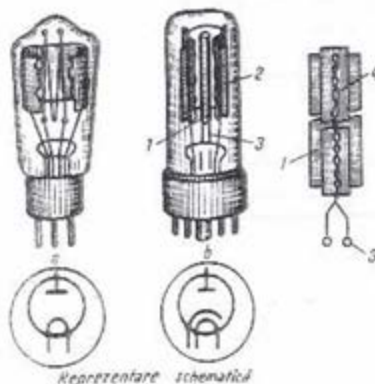


Fig. 231. Diodă.

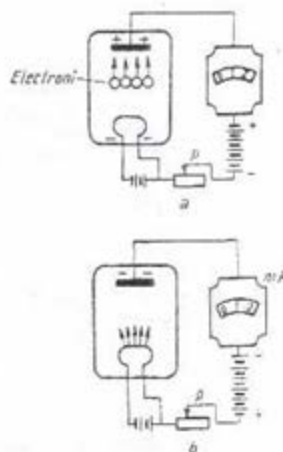


Fig. 232. Funcționarea diodei.

Anodul constă dintr-o placă metalică (de nichel, molibden etc.), așezată în fața catodului. Între catod și anod se aplică o tensiune de la o baterie anodică; polul pozitiv al bateriei se leagă la placă, iar polul negativ la catod, realizându-se astfel circuitul anodic.

a. **Funcționarea diodei.** Dacă circuitul de încălzire este întrerupt, filamentul este rece, iar miliampermetrul mA, conectat la circuitul anodic (fig. 232) nu indică trecerea unui curent electric. Cînd filamentul este adus la incandescență, se constată că acul miliampermetrului deviază. Sensul acestei deviații arată că de la placă la filament, prin circuitul exterior, circulă un curent electric.

Dacă tensiunea aplicată anodului (numită tensiune anodică) este zero și filamentul este adus la incandescență, electronii emiși de catod, în absența câmpului electric vor fi atrași de filament care se va încălzi pozitiv (pentru că a pierdut sarcini negative). Prin urmare în vecinătatea catodului, electronii formează un nor electronic ce împiedică ieșirea în continuare a electronilor din catod.

Cînd se aplică anodului o tensiune U_A mai mare decât zero, între filament și placă se creează un câmp electric, electronii sînt dirijați spre anod și în circuitul anodic apare curentul anodic I_A .

Intensitatea curentului anodic depinde de:

- tensiunea anodică;
- temperatura catodului.

b. **Caracteristica diodei.** Dacă în montajul din figura 232 se menține constantă încălzirea filamentului deci și temperatura catodului și se mă-

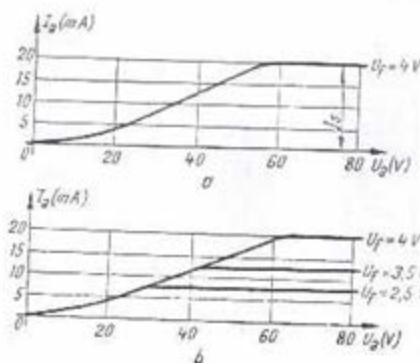


Fig. 233. Caracteristica diodei.

rește tensiunea anodică cu ajutorul potențiometrului P, se observă că o dată cu creșterea tensiunii anodice crește și curentul. Trasându-se curba care reprezintă variația curentului anodic I_a în funcție de tensiunea anodică U_a (fig. 233, a), se obține caracteristica diodei; curentul anodic crește numai pînă la o anumită valoare a tensiunii anodice, după care rămîne constant, denumit curent de saturație I_s . Acest lucru se explică în felul următor: electronii emiși de catod vor fi captați de anod într-un număr din ce în ce mai mare pînă cînd toți electronii emiși de catod într-o unitate de timp ajung pe anod. De acum curentul nu mai poate crește oricît s-ar mări tensiunea anodică.

Dacă se mărește încălzirea catodului prin mărirea tensiunii de filament U_f (deci și a curentului din filament) și se trasează din nou caracteristica diodei se obține un curent de saturație mai mare (fig. 233, b).

Mărirea temperaturii catodului produce o creștere a agitației termice și face ca un număr mai mare de electroni să iasă din filament. Prin urmare intensitatea curentului de saturație crește cu temperatura.

c. **Dioda ca redresoare.** Dacă în montajul din figura 232, b se inversează polaritatea electrozilor, adică se unește filamentul cu polul pozitiv și placa cu polul negativ al bateriei anodice, nu se obține curentul anodic ($I_a = 0$) deoarece electronii emiși de catod sînt respinși de anod și atrăși de catod. Prin urmare dioda are o conductibilitate unilaterală, ea nu lasă să treacă curentul decît în sensul anod-catod prin circuitul exterior. Această proprietate a diodei este folosită pentru redresarea curentului al-

ternativ indus în circuitul anodic. Cu ajutorul unei diode se poate redresa numai o singură alternanță, obținîndu-se un curent pulsatoriu (fig. 234, a). Ambele alternanțe se pot redresa cu ajutorul unei diode duble (diodă cu două plăci) sau cu două diode (fig. 234, b).

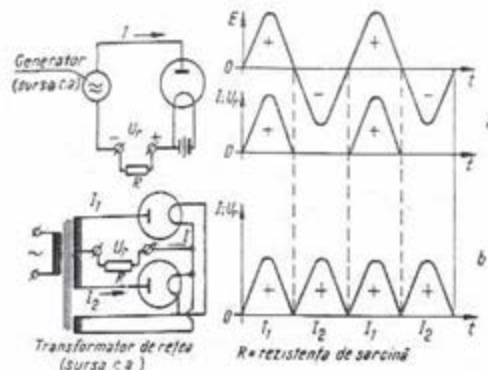


Fig. 234. Redresarea curentului alternativ cu dioda.

Dioda cu vid înaintat pentru redresarea curentului alternativ se mai numește și kenotron.

B. TRIODA

Introducîndu-se între catodul și anodul unei diode un al treilea electrod format dintr-o rețea metalică numită grilă (fig. 235), se obține un tub electronic cu trei electrozi, numit triodă, care cuprinde trei circuite (fig. 236):

- un circuit de încălzire format dintr-un filament și o baterie de încălzire;
- un circuit anodic format din catod, anod, bateria anodică și se închide la catod;
- un circuit de grilă format din catod, grilă, bateria de grilă.

Aceste circuite au o bornă comună D. Potențialul catodului se consideră ca potențial zero.

a. **Caracteristicile triodei.** Prin caracteristica de grilă se înțelege reprezentarea grafică a variației curentului anodic I_a în funcție de tensiunea de grilă U_g , tensiunea anodului U_a și temperatura catodului menținîndu-se constante (fig. 237).

Din această caracteristică reiese că:
— pentru o tensiune de grilă negativă suficient de mare curentul anodic este egal cu zero; se spune că tubul este blocat. În acest caz, grila respinge puternic electronii în așa fel încât ei nu pot ajunge la placă;

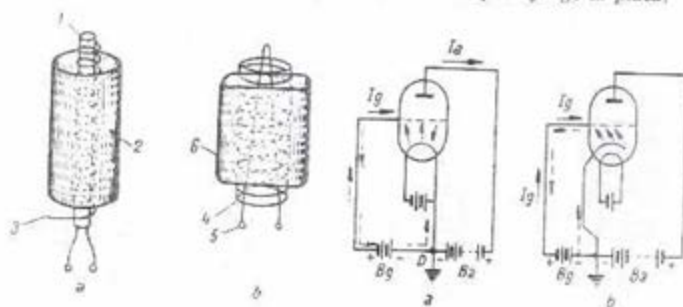


Fig. 235. Construcția triodei:
a — de formă cilindrică; b — de formă paralelipipedică; 1 — catod cu încălzire indirectă; 2 — anod cilindric; 3 — grila cilindrică; 4 — grila plată; 5 — catod cu încălzire directă; 6 — anod paralelipipedic.

Fig. 236. Circuitul triodei:
a — cu încălzire directă; b — cu încălzire indirectă.

— pentru o tensiune de grilă negativă cuprinsă între tensiunea de blocare a tubului și zero, curentul anodic nu mai este nul. Electronii sînt de asemenea respinși de grilă, dar unii reușesc să treacă spre placă deoarece cîmpul creat de tensiunea pozitivă a plăcii este mai mare decît cîmpul de sens contrar creat de tensiunea negativă a grilei;

— pentru tensiunea de grilă pozitivă curentul anodic este intens.

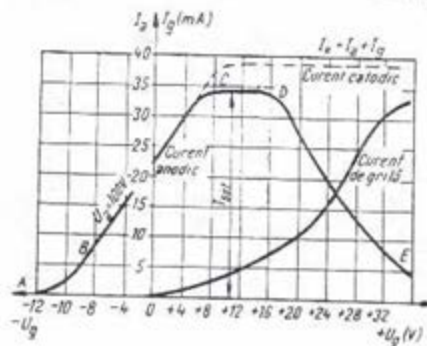


Fig. 237. Caracteristica triodei.

Dacă tensiunea de grilă este puternic pozitivă atrage un număr de electroni și curentul anodic scade, iar în circuitul de grilă apare un curent de grilă. Deci prin tensiunea ei, grila este un electrod de comandă a curentului anodic.

Funcționarea triodei avînd un potențial pozitiv ridicat la grilă în raport cu catodul poate deteriora tubul. Valorile maxime ale tensiunilor sînt date în cataloagele de tuburi electronice.

b. **Parametrii triodei.** Parametrii unui tub electronic sînt niște mărimi constante care îi determină proprietățile și calitățile.

Parametrii fundamentali ai unei triode sînt:

1) **Panta** care arată cu cîți miliamperi variază curentul anodic cînd tensiunea grilei de comandă variază cu un volt, tensiunea anodică rămîind constantă. Panta se exprimă de obicei în miliamperi pe volt (mA/V).

2) **Rezistența interioară** R_i care reprezintă raportul dintre variația tensiunii anodice și variația corespunzătoare a curentului anodic pentru o tensiune constantă de grilă

$$R_i = \frac{\Delta U_a}{\Delta I_a}; U_g = \text{constant.} \quad (49)$$

3) **Factorul de amplificare** μ care reprezintă raportul dintre variația de tensiune a anodului și variația de tensiune aplicată grilei de comandă, care pot provoca, fiecare separat, aceeași variație a curentului anodic. Astfel, dacă se notează cu ΔU_a variația tensiunii anodice care determină o variație a curentului anodic ΔI_a și cu ΔU_g variația tensiunii de grilă care provoacă aceeași variație a curentului anodic ΔI_a , factorul de amplificare va fi:

$$\mu = \frac{\Delta U_a}{\Delta U_g}; \Delta I_a = \text{constant.} \quad (50)$$

c. **Utilizarea triodei.** Una dintre funcțiile importante ale triodei este cea de **amplificare a tensiunii sau a puterii**.

Principiul amplificării este următorul: mărimea oscilantă de amplificat se aplică grilei unei triode, iar în circuitul anodic se obține mărimea amplificată. Dacă factorul de amplificare al triodei este $\mu=25$, atunci aplicîndu-se la grilă o tensiune de 2V se obține o variație a tensiunii anodice de 50 V.

O altă funcție importantă a triodei este **deteția**. Prin detecție se înțelege suprimarea unei alternanțe a curentului alternativ. Cu ajutorul triodei se poate face detecția pe grilă și detecția pe placă.

La detecția pe grilă, detecția se realizează în spațiul dintre anod-catod ca la diodă, iar în spațiul grilă-anod se obține și o amplificare a tensiunii detectate.

La detecția pe placă se aplică o tensiune U_a constantă astfel încît punctul de funcționare al triodei să fie situat în punctul unde începe caracteristica. Peste această tensiune se suprapun oscilațiile de detectat.

O oscilație completă a tensiunii grilei cu ambele alternanțe egale în valoare absolută produce în circuitul anodic o suprimare a unei alternanțe. Și în acest caz curentul detectat va fi amplificat.

d. **Construcția triodei.** Grila se execută din sirmă subțire din nichel-molibden, care înconjură catodul (v. fig. 235) și are totdeauna forma de spirală (cilindrică sau plată).

Anodul se execută ca și la diodă în formă de cilindru sau paralelipiped cu capete deschise, din metale cu mare rezistență termică iar la unele din grafit.

Catodul poate fi cu încălzire directă sau cu încălzire indirectă.

Balonus vidat poate fi de sticlă sau metal. Cele de metal au o serie de avantaje ca: sint mai robuste, au dimensiuni mai mici, au parametrii mai constanți și o ecranare mai bună.

C. TUBURI ELECTRONICE MULTIGRILĂ

Prin tuburi electronice multigrilă se înțeleg acele tuburi care au mai mult de trei electrozi.

a. **Tetroda.** Triodele prezintă două dezavantaje esențiale: au un factor de amplificare μ relativ mic și prezintă o capacitate mare între anod și grilă. Aceasta din urmă dăunează foarte mult cind trioda este folosită pentru amplificarea.

Dezavantajele triodei se diminuează introducându-se în balonul tubului un al patrulea electrod sub forma unei grile suplimentare situat între anod și grila de comandă, numită grilă ecran sau simplu ecran. Avind patru electrozi tubul acesta se numește tetrodă.

Principiul de funcționare al tetrodei se bazează pe faptul că ecranul împreună cu grila ecranază catodul de câmpul electric anodic mărind astfel factorul de amplificare μ și micșorind capacitatea parazitară grilă-anod.

Construcția unei tetrode și reprezentarea schematică se pot vedea în figura 238.

Tetrodele se folosesc în circuitele de amplificare ca și triodele, dar spre deosebire de acestea și ecranul trebuie legat în circuit. Pentru a nu influența defavorabil trecerea electronilor spre anod, ecranului i se aplică o tensiune U_{ex} pozitivă, cuprinsă între 20 și 50% din tensiunea anodică U_a .

Tetrodele au dezavantajul că electronii sosiți de pe catod cu viteză mare smulg de pe anod electroni care avind viteza foarte mică sint atrași de grila ecran. Acest fenomen se numește emisie secundară, și este dăunător deoarece curentul ce trece prin ecran este opus curentului anodic și reduce amplificarea.

b. **Pentoda.** Pentru a se înlătura curentul de emisie secundară dăunător s-a mai introdus în tetrodă o a treia grilă, între anod și grila ecran, care se numește grilă supresoare.

Un astfel de tub compus din trei grile, anod și catod, adică din cinci electrozi se numește pentodă.

Grila supresoare de la pentodă (fig. 239) se leagă de obicei la catod, avind astfel un potențial nul față de acesta, pe cind în raport cu anodul

ea are potențial negativ. Datorită acestui fapt supresoarea respinge electronii secundari și-i împiedică să ajungă la grila ecran chiar dacă tensiunea acesteia din urmă depășește tensiunea anodică.

Supresoarea, executându-se cu spire foarte rare, nu slăbește prea mult acțiunea anodului. În multe pentode legătura dintre supresoare și catod este făcută chiar în balonul tubului.

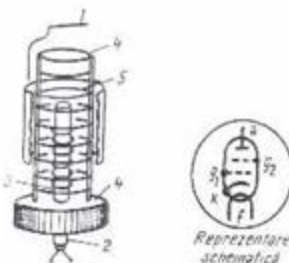


Fig. 238. Construcția tetrodei:
1 - anod; 2 - catod; 3 - grila de comandă; 4 - ecran; 5 - grila-ecran.

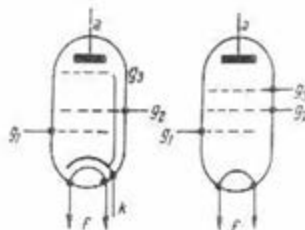


Fig. 239. Pentodă.

Pentodele se deosebesc de tetrode și prin parametrii lor și anume: factorul de amplificare este mai mare, capacitatea parazită mai mică și rezistența internă mai mare.

c. **Tuburi complexe.** În afara tuburilor studiate pînă acum se utilizează și tuburi mai complexe: cu multe grile și combinate.

Există trei tuburi multigrilă complexe:

1) **Hexoda**, adică tubul cu șase electrozi (fig. 240, a), dintre care patru sint grile și anume: prima și a treia — grile de comandă, a doua și a patra grile-ecran.

2) **Heptoda** sau **pentagrila**, adică tubul cu șapte electrozi, dintre care cinci sint grile (fig. 240, b).

3) **Octoda** sau tubul cu opt electrozi, dintre care șase sint grile (240, c).

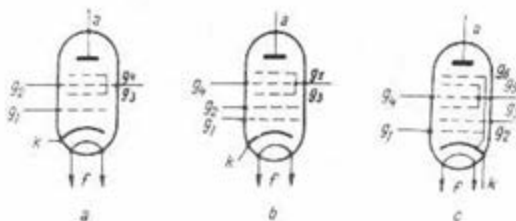


Fig. 240. Tuburi complexe.

Tuburile combinate, la care în același balon sînt două sau trei tuburi cu electrozi separați, se fabrică din necesitatea micșorării și simplificării montajelor.

D. TUBURI ELECTRONICE CU GAZE

În afara tuburilor, a căror funcționare se bazează pe emisia termoelectronică și trecerea fluxului de electroni prin vid, se utilizează și așa-numitele tuburi ionice, ai căror electrozi se află într-un balon umplut cu gaz nobil la presiune scăzută. Gazul cel mai des utilizat este neonul.

Tubul cu gaz este reprezentat în figura 241. După cum se observă, el este alcătuit din doi electrozi metalici (fig. 241, a), închiși într-un balon de sticlă umplut cu gaz inert.

Uneori în balon se mai află un al treilea electrod denumit electrod de aprindere (fig. 241, b).

Tubul cu gaz are catodul încălzit.

Dacă tensiunea la bornele tubului nu depășește o anumită valoare denumită tensiune de aprindere, care variază de la un tip de tub la altul, prin tub nu trece nici un fel de curent și el nu se iluminează. Cînd tensiunea ajunge însă la valoarea de aprindere, gazul începe să se ionizeze și prin tub începe să treacă un curent însoțit de efecte luminoase.

Dacă tensiunea la bornele tubului scade sub o anumită limită, denumită tensiune de stingere, care este ceva mai mică decît tensiunea de aprindere, luminescența dispare și trecerea curentului încetează.

Pentru a se evita deteriorarea lor, tuburile cu gaz se inseriază totdeauna cu o rezistență care limitează curentul.

Tuburile cu gaz se utilizează pentru punerea în evidență a tensiunilor, pentru stabilizarea tensiunilor, în construcția releelor etc.

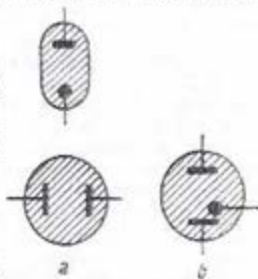


Fig. 241. Tuburi cu gaz

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce este emisia termoelectronică?
2. Ce este dioda?
3. Cum funcționează dioda?
4. Cum se redresează curentul cu dioda?
5. Care sînt circuitele triodei?
6. Ce arată caracteristica triodei?
7. Ce este tetroda și prin ce se caracterizează ea?
8. Care sînt parametrii triodei?
9. Ce este pentoda?
10. Care sînt tuburile electronice complexe?
11. Cum funcționează tubul electronic cu gaz?

CAPITOLUL III

TRANZISTOARE

1. Generalități

Tranzistorul este un dispozitiv a cărui funcționare se bazează pe fenomenele fizice care se produc la suprafețele de contact dintre anumite corpuri semiconductoare. El servește pentru producerea, amplificarea, comutarea și redresarea impulsurilor electrice.

Ca ordin de mărime față de un tub electronic obișnuit, un tranzistor ocupă o mică parte din volumul său, are a suta parte din greutatea sa și consumă a zecea parte din puterea sa.

Utilizarea tranzistoarelor nu schimbă principiile care stau la baza aparatului electronic realizată cu tuburi electronice. Totuși tranzistoarele au o serie de proprietăți diferite de cele ale tuburilor electronice și de aceea aspectul circuitelor cu tranzistoare este esențial diferit de cel al circuitelor corespunzătoare echipate cu tuburi.

2. Principiul de funcționare al diodelor

Dupa cum se știe, curentul electric se datorește deplasării electronilor dintr-un loc în altul. Prin deplasarea sa, fiecare electron lasă vacant un „gol” în care poate să intre mai tirziu un alt electron, sosit de la atomii învecinați.

Din punctul de vedere al conductivității electrice corpurile se împart în trei mari categorii: conductoare (metalele, diferite soluții și săruri etc.), semiconductoare (germaniumul, seleniul, siliciul etc.) și izolatoare (materialele plastice, sticla, porțelanul etc.).

În corpurile conductoare există întotdeauna electroni liberi care sub acțiunea unui cîmp electric se pot deplasa de-a lungul corpului generînd un curent electric. În semiconductoare la temperatura obișnuită nu există electroni liberi dar cu cît crește temperatura acestor corpuri tot mai mulți electroni primesc energia necesară pentru a se elibera și conductivitatea lor crește. În corpurile izolatoare toți electronii sînt legați și nici la încălzire nu devin liberi.

Un semiconductor tipic este germaniumul, care constituie elementul de bază pentru execuția tranzistoarelor. Cristalul de germaniu pur este un izolator (dielectric); dacă însă în el se introduc anumite impurități (fosfor, arsen, stibiu) devine conductor. Aceste impurități se numesc donori, întrucît donează electroni semiconductorului, iar conductivitatea electrică ce ia naștere se numește de tipul n (prin deplasarea sarcinilor negative).

Conductivitatea poate fi obținută însă și prin crearea artificială de „goluri”, care sînt mereu disponibile pentru a accepta un electron. În acest caz în rețeaua cristalină se introduc alte impurități (bor, aluminiu,

galiu sau indiu) care, dînd naștere goliurilor din rețeaua cristalină, captează electroni. Aceste impurități se numesc acceptori, iar conductivitatea care apare se numește „de goliuri” sau de tip p, fiindcă deplasarea goliurilor în semiconductor poate fi echivalentă cu deplasarea unor sarcini pozitive.

Un cristal de germaniu care are în partea stîngă (fig. 242, a) o conductivitate de tip n, iar în partea dreaptă o conductivitate de tip p și nu este sub influența unui cîmp electric ajunge la echilibru prin difuzarea electronilor de la stînga spre dreapta. Astfel după un timp partea stîngă se încarcă pozitiv iar partea dreaptă negativ.

Prin urmare între cele două jumătăți ale cristallului apare o diferență de potențial electrostatică de contact, care tinde să se opună continuării difuziunii și în cele două urmă curentul prin joncțiune încetează. În figura 242 s-a reprezentat prin linie întreruptă suprafața de joncțiune între cele două părți cu conductivitate de tip diferit, prin semnul (-) electronii și prin semnul (+) goliurile.

Cînd circuitului i se aplică o tensiune exterioară și anume cînd regiunea p este pozitivată față de regiunea n, difuzarea electronilor și goliurilor prin joncțiune este favorizată, goliurile și electronii tinzînd unii spre alții, recombîndu-se. Acest sens de conducție se numește direct (fig. 242, b) și în acest caz joncțiunea p-n reprezintă o rezistență mică (de ordinul ohmilor).

Dacă regiunea p este negativă față de regiunea n goliurile și electronii sînt îndepărtați unii de alții în regiunea joncțiunii rămînd un strat lipsit de sarcină, echivalent unei bariere izolante (fig. 242, c). Acesta este sensul invers pentru care prin joncțiune poate trece numai un curent foarte mic. Pentru aceasta joncțiunea p-n prezintă o rezistență mare de ordinul sutelor de kilohmi.

Prin urmare o joncțiune p-n are proprietățile unei diode și ca atare poate fi utilizată ca element redresor (detector).

În mod schematic o diodă semiconductoră se reprezintă ca în figura 242, d.

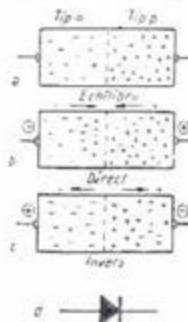


Fig. 242. Dioda semiconductoră și reprezentarea schematică a diodei semiconductoră.

3. Principiul de funcționare al tranzistoarelor

Tranzistorul cu joncțiuni este o combinație de două joncțiuni p-n-p așezate spate în spate, așa cum se vede în figura 243.

Regiunea p din stînga se numește **emitor**, regiunea n centrală **bază** și regiunea p din dreapta, **colector**.

Dacă colectorul este negativ față de bază, adică tensiunea îi este aplicată în sensul invers conducției, prin joncțiunea colector-bază va trece un curent foarte mic atît timp cît **emitorul** nu este pozitivat față de bază.

Cînd emitorului i se aplică o mică tensiune pozitivă față de bază (adică în sens direct prin joncțiunea emitor-bază) din emitor vor fi trimise în bază goliuri.

Goliurile injectate de emitor (echivalent unor sarcini pozitive) difuzează prin bază a cărei grosime este de ordinul micrometrilor (micronilor) și sînt atrase de colectorul negativ, mînd curentul acestuia.

În tranzistorul cu joncțiuni, dacă baza este suficient de subțire, aproape întregul curent de emitor trece spre colector, iar în cazul tranzistorului cu contacte punctiforme se produce chiar o amplificare de 2-3 ori a curentului de la emitor la colector. Prin urmare, curentul dintre circuitul colectorului, căruia i se aplică o tensiune de ordinul zecilor de volți este determinat de curentul emitorului, care poate fi obținut la o tensiune de ordinul zecimilor de volți. Astfel se realizează o amplificare de la circuitul emitorului la cel al colectorului, în mod asemănător ca într-o triodă normală.

Analogia tranzistor-tub electronic poate fi evidențiată și mai mult. Astfel în tubul electronic electronii, se deplasează în interiorul unui balon vidat, la transistor, în interiorul unei plăcuțe de cristal.

Catodul tubului electronic, care emite electroni își găsește corespondent în emitor, care este furnizorul purtătorilor de sarcină. Într-un tub electronic, curentul catod-anod este controlat de grila de comandă, prin potențialul pe care-l are față de catod. Electrodele bază al tranzistorului controlează și el prin potențialul său față de emitor, cantitatea de purtători de sarcină (curentul) care trece de la emitor spre colector.

În sfîrșit, anodul tubului căruia i se aplică o tensiune pozitivă pentru a capta electronii ce au străbătut grila, echivalează cu colectorul tranzistorului care este alimentat tot cu o tensiune pozitivă pentru a capta electronii care au trecut prin bază.

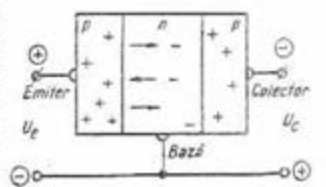


Fig. 243. Tranzistorul.

4. Construcția tranzistoarelor

a. **Dioda plană cu germaniu** se fabrică în felul următor: se prepară o placă subțire de dimensiuni mici dintr-un monocristal de germaniu de puritate mare cu conductivitate n și se introduce prin topire într-o difuziune suprafețe, o bucăciță de indiu.

Introducerea indului are loc sub vid accentuat. În timpul introducerii indului și al încălzirii ulterioare, atomii de indiu difuzează pînă la o anumită adîncime în cristallul de germaniu, ceea ce are ca efect apariția în această zonă a conductivității prin goliuri (fig. 244). Cristallul se montează pe o plăcuță de stronțiu.

Pe ambele fețe ale cristallului astfel preparat se fixează electrozi pentru legături și apoi se introduce ansamblul într-o montură specială.

Dioda cu germaniu are un randament foarte mare (98%) și suportă tensiuni inverse pînă la 600 V.

b. Tranzistorul cu joncțiune din germaniu și indiu (fig. 245, a) se fabrică în mod asemănător cu dioda plană din germaniu. Pe ambele fețe ale cristalului de germaniu se introduce câte o bucată de indiu,

Fig. 244. Construcția diodei cu germaniu.

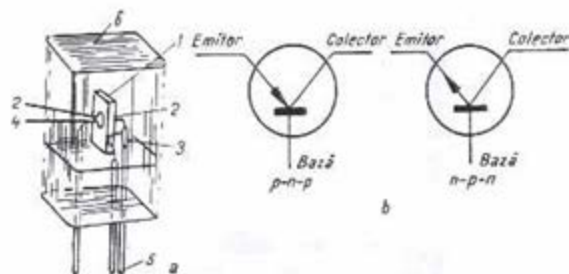
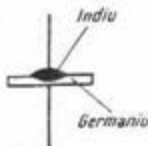


Fig. 245. Tranzistorul cu joncțiune și reprezentarea schematică a tranzistoarelor:
1 — monocristal de germaniu; 2 — indiu; 3 — emitor; 4 — colector; 5 — bază;
6 — carcasa de metal sau masă plastică.

obținându-se astfel un tranzistor p-n-p. În afara acestuia se mai fabrică recent și tranzistoare n-p-n din germaniu, galu și arseniu.

În figura 245, b este arătată reprezentarea schematică a unui tranzistor.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Cum se clasifică materialele din punctul de vedere al conductivității electrice?
2. Ce este un semiconductor?
3. Cum funcționează dioda semiconductoră?
4. Ce se înțelege prin conductivitate de tip n?
5. Ce se înțelege prin conductivitate de tip p?
6. Cum funcționează tranzistorul?
7. Care este analogia tranzistor-tub electronic?
8. Cum se fabrică diodele cu germaniu?
9. Cum se reprezintă schematic tranzistoarele?

CAPITOLUL IV

CIRCUITE ELECTRICE

Din multitudinea circuitelor electrice folosite în practică în diferite domenii se vor studia numai trei circuite caracteristice radiotehnicii și ceasornicăriei și anume: de redresare, oscilante și de amplificare.

A. CIRCUITE DE REDRESARE

1. Generalități

Cea mai comodă din punct de vedere tehnic și cea mai avantajoasă din punct de vedere economic este alimentarea aparatului electric de la rețeaua de curent alternativ. Nu toate aparatele se pot alimenta însă în curent alternativ, și de aceea se recurge la transformarea curentului alternativ în curent continuu. Această transformare se numește redresare, iar dispozitivele cu care se realizează transformarea se numesc redresoare.

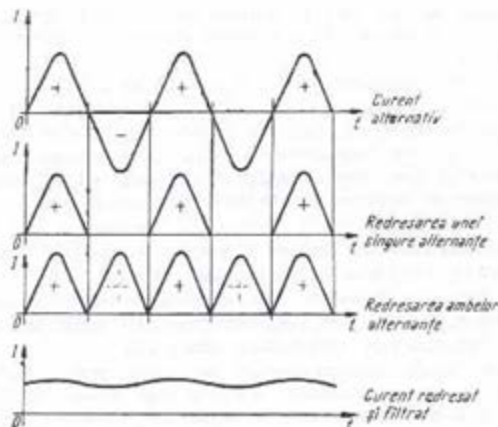


Fig. 246. Redresarea curentului alternativ.

Redresarea se face de obicei în două etape: mai întâi, cu ajutorul unui element de redresare, curentul alternativ este transformat în curent cu un singur sens, care însă variază mult ca intensitate sau chiar are un caracter pulsator (fig. 246), apoi, cu ajutorul unui filtru, curentul redresat se uniformizează (se netezește) și oscilațiile sale la ieșirea din circuitul de redresare devin neînsemnate.

Cel mai simplu filtru de uniformizare poate fi un condensator cu capacitate mare conectat în paralel cu ieșirea redresorului. În intervalul de timp cît curentul redresat crește, condensatorul se încarcă, iar cînd curentul se micșorează sau se întrerupe, condensatorul se descarcă și alimentează sarcina cu energie acumulată de el. Acest filtru simplu nu uniformizează complet pulsațiile curentului redresat și de aceea în practică se folosesc filtre mai complexe.

Pentru a se obține la ieșirea redresorului o tensiune care să depășească tensiunea rețelei electrice de alimentare, redresorul se alimentează de la un transformator ridicător de tensiune. În practică însă se folosesc și circuite de redresare cu multiplicare de tensiune, în care mărirea tensiunii se face în cadrul procesului de redresare fără ajutorul transformatorului.

Alegerea circuitului de redresare se determină după puterea instalației de alimentat, după particularitățile constructive ale acesteia și în funcție de anumite considerente economice.

2. Circuite pentru redresarea unei singure alternanțe

Drept elemente de redresare se folosesc tuburile electronice cu doi electrozi (diodă sau kenotron), dioda semiconductoră sau elemente din seleniu și cuproxid.

Circuitele pentru redresarea unei singure alternanțe sînt cele mai simple. Ele se folosesc de obicei pentru alimentarea aparatelor de mică putere (40 mA) și care admit o pulsație mai ridicată a curentului redresat.

În figura 247, a este reprezentat circuitul unui redresor simplu, fără transformator în care drept element de redresare este utilizat un kenotron cu tensiune de încălzire ridicată (direct de la rețea).

În figura 247, b este reprezentat circuitul unui redresor în care pentru ridicarea tensiunii de rețea, precum și pentru alimentarea circuitului de încălzire a tubului este folosit un transformator de rețea.

În fiecare dintre aceste circuite tubul electronic poate fi înlocuit cu o coloană de seleniu sau de diode semiconductoră. Un astfel de circuit cu transformator de rețea este reprezentat în figura 247, c.

La utilizarea diodelor semiconductoră, care au în general tensiuni de lucru relativ mici, este necesară inserierea mai multor bucăți de același tip. De asemenea este necesar să se știe că parametrii acestora depind de temperatură. Astfel diodele cu germaniu pot funcționa pînă la 70°C, iar cele cu siliciu pînă la 100°C. Din această cauză ele nu tre-

buie amplasate lîngă piesele care se încălzesc. Diodele nu suportă supra-sarcini, și de aceea trebuie protejate cu siguranțe fuzibile.

În toate schemele de redresare a unei singure alternanțe frecvența pulsației tensiunii redresate coincide cu frecvența rețelei (50 Hz).

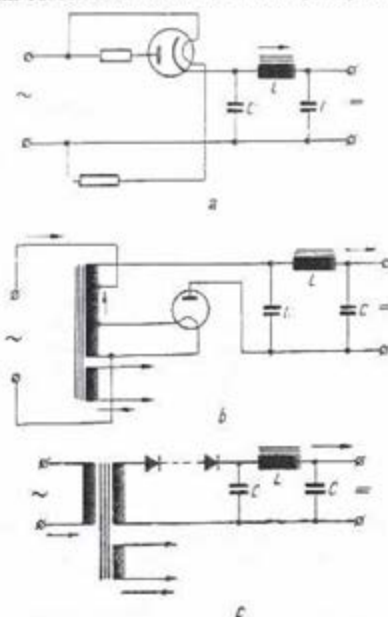


Fig. 247. Circuite pentru redresarea unei singure alternanțe.

3. Circuite pentru redresarea ambelor alternanțe

Aceste circuite de redresare au căpătat cea mai largă răspîndire în practică.

Schema de principiu a unui redresor de acest tip echipat cu kenotron este reprezentată în figura 248, a, cu seleniu sau cuproxid în figura 248, b și cu diode semiconductoră în figura 249.

Avantajul acestor circuite constă în aceea că datorită redresării ambelor alternanțe, frecvența pulsației tensiunii redresate este de două ori mai mare decît în cazul redresării unei singure alternanțe. Datorită acestui lucru amplitudinea pulsațiilor va fi de două ori mai mică (utilizîndu-se același filtru).

În redresoarele pentru ambele alternanțe se folosesc de obicei kenotroane cu doi anodi. Inconvenientul lor constă însă în necesitatea unui transformator de rețea cu tensiunea în înfășurarea secundară egală aproape de două ori cu tensiunea redresată.

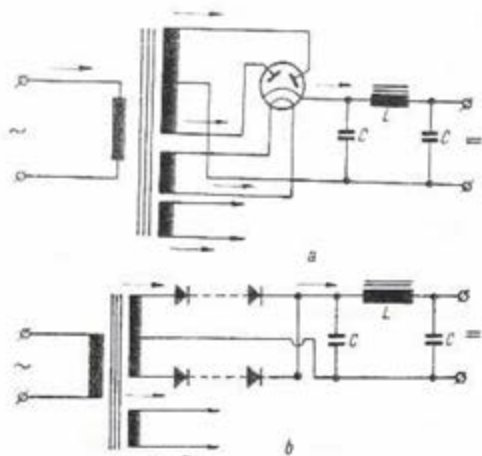


Fig. 248. Circuite pentru redresarea ambelor alternanțe.

Schema redresorului în punte (v. fig. 249) este mai comodă când se folosesc coloane de seleniu sau diode cu germaniu sau siliciu ca elemente redresoare.

Redresorul funcționează în felul următor: când potențialul la capătul inferior al transformatorului de rețea (punctul a) este pozitiv, prin circuitul format din elementul redresor R_3 , bobina de șoc L , sarcină, elementul redresor R_2 și înfășurarea secundară a transformatorului va trece un curent. Sensul curentului I_a este indicat prin săgeată. În cealaltă

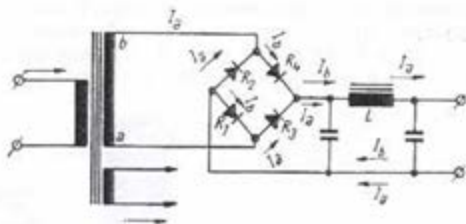


Fig. 249. Circuite de redresare în punte.

jumătate de perioadă a curentului alternativ când potențialul pozitiv va apare la capătul superior al înfășurării secundare a transformatorului de rețea, curentul I_b va trece prin circuitul compus din elementul redresor R_1 , bobina L , sarcină, elementul redresor R_4 și înfășurarea secundară a transformatorului.

Astfel curentii I_a și I_b , care sînt egali, trec prin sarcină într-un singur sens, folosindu-se pentru redresare ambele alternanțe ale curentului.

Proprietatea acestui circuit de redresare, spre deosebire de circuitul obișnuit de redresare a ambelor alternanțe, constă în faptul că la aceleași tensiuni redresate, tensiunea în înfășurarea secundară este aproape de două ori mai scăzută. În afară de aceasta, dimensiunile transformatorului în cazul circuitului în punte, la aceeași putere, sînt mai reduse decît în cazul redresării obișnuite a ambelor alternanțe.

4. Circuite de redresare cu dublarea tensiunii

Particularitatea funcționării circuitelor de redresare cu multiplicarea tensiunii constă în folosirea condensatoarelor care au proprietatea de a acumula și păstra un timp energia electrică. În astfel de circuite se folosesc condensatoare electrolitice, care fiind de dimensiuni reduse, au capacitatea mare.

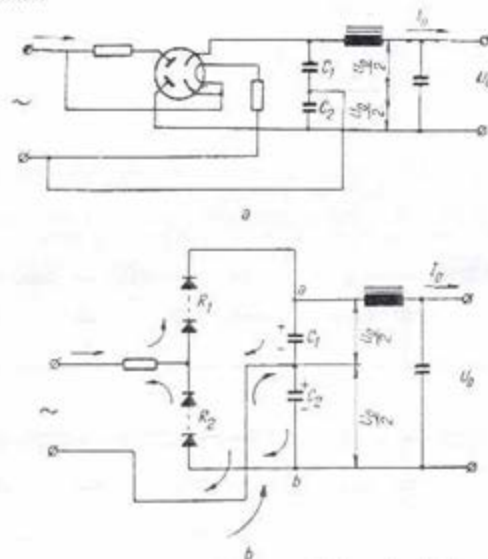


Fig. 250. Circuite de redresare cu dublarea tensiunii.

În figura 250 sînt reprezentate două circuite de redresare cu dublarea tensiunii, care au căpătat o răspîndire mai largă în practică. În primul circuit (fig. 250, a) este folosit ca element de redresare o diodă dublă, iar în al doilea circuit (fig. 250, b) două coloane de seleniu.

Redresorul construit după schema de dublare a tensiunii poate fi privit ca fiind compus din două redresoare pentru o singură alternanță, legate în serie, fiecare avînd elementul său redresor, care provoacă pe capacitatea de ieșire o tensiune egală cu jumătatea tensiunii totale redresate. În unul dintre redresoare lucrează elementul redresor R_1 (fig. 250, b) și condensatorul C_1 , iar în celălalt element redresor R_2 cu condensatorul C_2 . Deoarece catodul elementului redresor R_2 este legat cu anodul elementului redresor R_1 , ele vor lucra pe rînd. În timpul unei alternanțe a curentului alternativ, cînd potențialul pozitiv va apare pe anodul elementului redresor R_1 și pe catodul elementului redresor R_2 , curentul va trece prin R_1 în sensul arătat de săgeată și va încărca condensatorul C_1 . În timpul celeilalte alternanțe pe anodul lui R_1 va apare o tensiune negativă, iar elementul se va bloca. În același timp însă, pe anodul celui de al doilea element redresor R_2 va apare tensiune pozitivă și de aceea curentul va trece prin acest element și va încărca condensatorul C_2 . Condensatoarele C_1 și C_2 fiind legate în serie, tensiunea la ieșirea redresorului, între punctele a și b, va fi egală cu suma tensiunilor pe cele două condensatoare și astfel se va obține o tensiune aproximativ de două ori mai mare decît în cazul redresării unei singure alternanțe.

În circuitele arătate se folosesc ambele alternanțe ale curentului alternativ și, în consecință, frecvența pulsațiilor va fi de două ori mai mare decît frecvența tensiunii rețelei.

5. Circuite de filtrare

Pentru micșorarea mărîmii pulsațiilor tensiunii redresate se întrebuintează circuite de filtrare sau, pe scurt, filtre.

În figura 251 sînt reprezentate patru filtre. Primele două (fig. 251, a, b) sînt filtre cu circuit de tip LC (bobină, condensator), care se

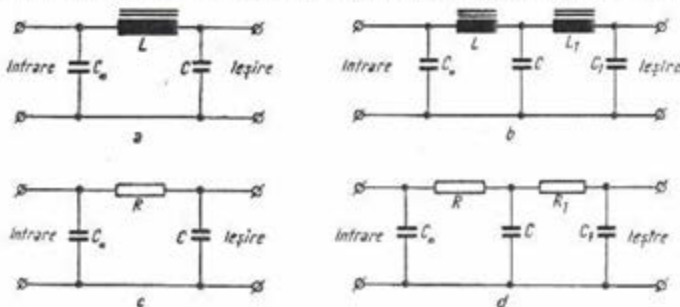


Fig. 251. Circuite de filtrare.

folosesc pentru netezirea curenților relativ mari (peste 15 mA). În cazul curenților mici, este mai economic să se folosească filtre RC (rezistență condensator) la care bobina a fost înlocuită cu o rezistență (fig. 251, c, d). Acestea sînt mai ieftine și au greutate și dimensiuni mai mici. În unele cazuri se folosesc și filtre combinate cu un circuit LC și unul pînă la două circuite RC.

Filtrele cu un singur circuit (fig. 251, a, c) se folosesc atunci cînd curentul este relativ mare și nu trebuie să fie prea uniform. Filtrele cu două circuite (fig. 251, b, d) se folosesc pentru curenți mici și foarte netezi.

B. CIRCUITE OSCILANTE

1. Principiu de funcționare

Un circuit oscilant închis se compune dintr-o bobină L și un condensator C (fig. 252).

Pentru a se înțelege mai ușor funcționarea circuitului oscilant el se va compara cu oscilațiile mecanice ale unui pendul (fig. 253).

1) La început se încarcă condensatorul C la o tensiune U conectîndu-l la o sursă oarecare de curent continuu. În acest fel o armătură devine pozitivă, iar cealaltă negativă (poz. 1). Deci, condensatorul a înmagazinat o cantitate de energie, întocmai ca un pendul care, scos de o forță exterioară din poziția de echilibru, posedă o energie potențială.

2) Legîndu-se condensatorul la bornele bobinei, el începe să se descarce, iar în bobină va lua naștere un curent. Tensiunea dintre armăturile condensatorului scade pînă la zero (poz. 2) pe măsură ce intensitatea curentului din bobină crește. Astfel, energia condensatorului se transmite bobinei.

La fel se petrec lucrurile la pendul care, începînd să oscileze, transformă energia potențială în energie cinetică (de mișcare), care este maximă în momentul cînd pendulul trece prin poziția de echilibru.

3) Deși tensiunea condensatorului a ajuns la zero, curentul continuă să circule, fiind întreținut de energia înmagazinată în bobină. Curentul

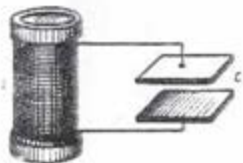


Fig. 252. Circuit oscilant.

încarcă din nou condensatorul dar în sens invers față de polaritatea inițială (semnele armăturilor se inversează — poz. 3). Deci energia acumulată de bobină este redată condensatorului. Și la pendul fenomenul se petrece asemănător datorită energiei cinetice (inerția), el nu se oprește în poziția de echilibru, ci continuă deplasarea sa în partea opusă.

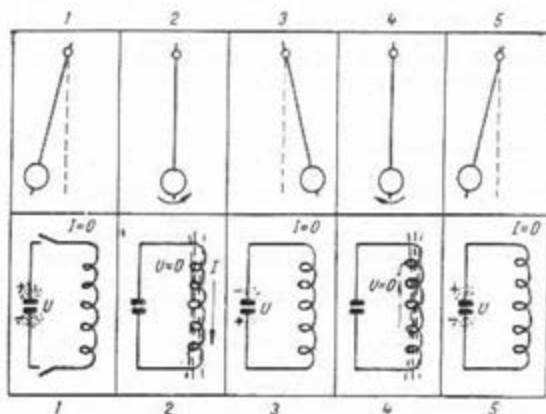


Fig. 253. Principiul de funcționare a circuitului oscilant.

4) Condensatorul începe să se descarce din nou (poz. 4), iar prin bobină circula un curent de sens invers celui dinainte. La sfârșitul acestei operații condensatorul este complet descărcat și energia se acumulează iar în bobină. Fenomenul este identic cu cel petrecut în poziția 2, însă sensurile curenților și tensiunilor sînt inversate.

5) Curentul întreținut de bobină încarcă iarăși condensatorul C, cu polaritatea inițială (poz. 5).

Cu aceasta în sfârșit o oscilație completă atât la pendul cât și la circuitul oscilant. Fenomenul se repetă, producîndu-se a doua oscilație, a treia etc.; în circuit iau naștere curenți alternativi, adică oscilații electrice.

În realitate, aceste fenomene nu se produc la infinit, întrucît, ca și în cazul pendulului, în circuit apar pierderi electrice (datorită rezistențelor) care duc la amortizarea oscilațiilor.

Oscilațiile produse de un circuit oscilant au o frecvență numită frecvență proprie de oscilație, care depinde de capacitatea condensatorului și de inductanța bobinei.

Pentru ca oscilațiile libere într-un circuit oscilant să aibă amplitudinea maximă este necesar ca reactanța inductivă a bobinei X_L să fie egală cu reactanța capacitivă X_C a condensatorului.

Deoarece în curentul alternativ:

$$X_L = L \cdot \omega \quad \text{și} \quad X_C = \frac{1}{C \cdot \omega}$$

în care:

L este inductanța bobinei;

C — capacitatea condensatorului;

$\omega = 2\pi f$ — pulsația

se poate scrie:

$$X_L = X_C \quad \text{sau} \quad L \cdot \omega = \frac{1}{C \cdot \omega}$$

Deci:

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}} = 2\pi f \quad (51)$$

Frecvența oscilațiilor:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Ultima relație este cunoscută sub denumirea de formula lui Thomson și arată că frecvența oscilațiilor produse de un circuit oscilant va fi cu atât mai mică cu cît inductanța bobinei și capacitatea condensatorului vor fi mai mari. Rezultă că frecvența oscilațiilor produse de un circuit oscilant poate fi modificată după dorință, alegînd valori potrivite pentru capacitate și inductanță.

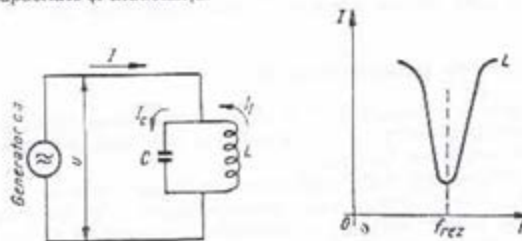


Fig. 254. Circuit oscilant în paralel cu generatorul.

Această operație se numește *acordarea circuitului oscilant* și în practică se realizează folosindu-se condensatoare cu capacitate variabilă și bobine cu inductanță variabilă.

Oscilațiile libere dintr-un circuit oscilant se amortizează repede. Pentru a se obține oscilații întreținute (permanente) trebuie să se introducă în circuit energie din afară. Dacă frecvența de introducere a ener-

giei coincide cu frecvența proprie de oscilație a circuitului oscilant, amplitudinile oscilațiilor cresc foarte mult. Acest fenomen se numește rezonanță.

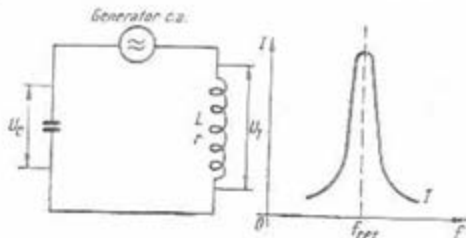


Fig. 255. Circuit oscilant în serie cu generatorul.

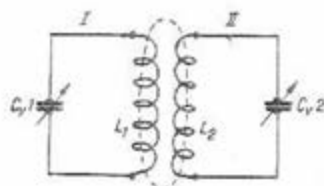


Fig. 256. Circuit oscilant cuplat.

Energia în circuitele oscilante se poate introduce fie direct, cînd generatorul de oscilație este legat în paralel (fig. 254) sau în serie (fig. 255) cu circuitul oscilant, fie indirect prin cuplare (fig. 256).

2. Ecransarea circuitelor oscilante

Prin ecranare sau blindare se înțelege protejarea unui circuit față de acțiunea parazitară a altui circuit cu ajutorul unor plăci sau țesături metalice, numite ecrane sau blindaje.

Ecranele pot servi atât pentru înlăturarea cuplajului inductiv, cît și a celui capacitiv. Pentru înlăturarea cuplajului inductiv, în cazul frecvențelor joase, se folosesc ecrane din materiale feromagnetice, de exemplu din tablă de oțel cu grosimea de 0,5—1 mm. În acest caz se utilizează permeabilitatea magnetică ridicată a oțelului care concentrează aproape toate liniile de forță ale cîmpului magnetic, închizîndu-se astfel prin ecran fără să ajungă în afară (sau în interior). Pentru frecvențe înalte, ecranarea cea mai bună a cîmpurilor magnetice se realizează cu metale diamagnetice ca aluminiul și cuprul.

Pentru ca pierderile inerente, datorită curenților ce se nasc în ecrane, să nu fie prea mari este necesar ca ecranele să nu fie așezate prea aproape de bobinele protejate. În acest sens este de dorit ca dia-

metrul și lungimea ecranului să nu fie mai mici decît dublul valorilor respective ale diametrului și lungimii bobinei. Dar și în acest caz prezența ecranului micșorează cu 10—20% inductanța bobinei.

Cuplajele parazite capacitive dintre circuite se combat introducînd între acestea un ecran metalic diamagnetic pus la potențialul zero.

Cînd ecranul trebuie să înlătore numai cuplajul parazit capacitiv fără a influența pe cel inductiv, el se execută sub formă de rețea de sîrmă legată într-un singur punct la pămînt (potențial zero). Acesta constituie cunoscutul ecran electrostatic denumit și cușca lui Faraday. În scheme, ecranele se reprezintă sub forma unor linii punctate.

3. Construcția circuitelor oscilante

Un circuit oscilant constă de obicei dintr-o bobină legată de un condensator variabil, necesar pentru acordarea circuitului (fig. 257).

O atenție deosebită trebuie să se acorde execuției bobinei pentru a se înlătura factorii care dăunează calității sale. În general aceste măsuri se rezumă la evitarea pierderilor care au loc în bobină. Pierderile principale sînt prin rezistența ohmică a bobinei și prin capacitatea spirelor bobinei.

Pentru a se realiza o bobină cu inductanță mare și rezistență mică este necesar să existe un număr mare de spire și o lungime redusă a conductorului. Totodată se cere ca secțiunea conductorului să fie mare. S-a constatat matematic că raportul optim între diametrul bobinei D și

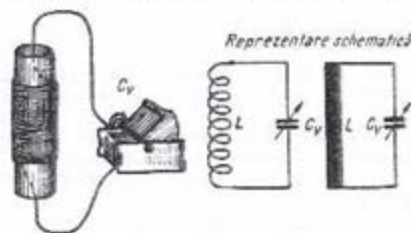


Fig. 257. Construcția circuitului oscilant.

lungimea ei l (fig. 258) este de 2,5. Acest raport optim nu se respectă întotdeauna în practică pentru că rezultă bobine foarte voluminoase. De asemenea, din motive economice, nu se ia secțiunea conductorului prea mare. Deoarece la frecvențe ridicate curentul circulă numai pe suprafața conductorului, este mai economic să se folosească pentru înfășurarea bobinelor lîțe constituite din mai multe fire subțiri izolate cu email și răscuite la un loc. Suprafața totală a acestor fire este mult mai mare decît a unui singur fir cu diametrul identic.

O altă sursă de pierderi este capacitatea între spirele bobinei. Din figura 259 se poate observa că două spire alăturate ale aceleiași bobine

se comportă întocmai ca armăturile unui mic condensator, formind în acest fel o punte de trecere pentru curenții alternativi. În acest fel, bobina este de fapt șuntată de un condensator C_p , rezultat din însumarea

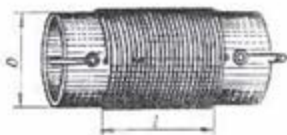


Fig. 258. Bobină.

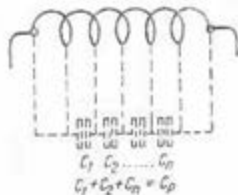


Fig. 259. Capacitățile parazit.

capacităților dintre spire. Din această cauză la bobinele pentru frecvențe ridicate spirele se distanțează puțin, executându-se bobinarea cu pas forțat.

Factorul de calitate Q al unei bobine este dat de raportul:

$$Q = \frac{\omega L}{R} \quad (52)$$

iar factorul de calitate al unui circuit oscilant este:

$$Q = \frac{1000}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (53)$$

Cu cât valoarea lui Q este mai mare cu atât circuitul este mai bun, adică are pierderi mai mici.

C. CIRCUITE DE AMPLIFICARE

1. Definiție. Clasificare

Amplificatoarele sînt circuite electrice echipate cu tuburi electronice (sau transistoare) care permit transformarea curenților sau tensiunilor în curenți și tensiuni de aceeași frecvență dar de amplitudini mărite.

Caracteristicile principale ale circuitelor de amplificare sînt:

— coeficientul de amplificare A care este raportul dintre tensiunea de ieșire U_e și tensiunea de intrare U_i , adică $A = \frac{U_e}{U_i}$;

— puterea de ieșire (în wați), adică puterea maximă în curent alternativ la bornele de ieșire;

— banda de frecvență, care arată între ce frecvențe se produce amplificarea fără distorsiuni;

— gradul de distorsiuni care arată deformațiile mării amplificate față de cea neamplificată. Există distorsiuni liniare și neliniare. Distorsiunile liniare se manifestă prin atenuarea amplificării pentru anumite frecvențe, iar cele neliniare prin suprapuneri de noi alternanțe (armonici) peste cea fundamentală.

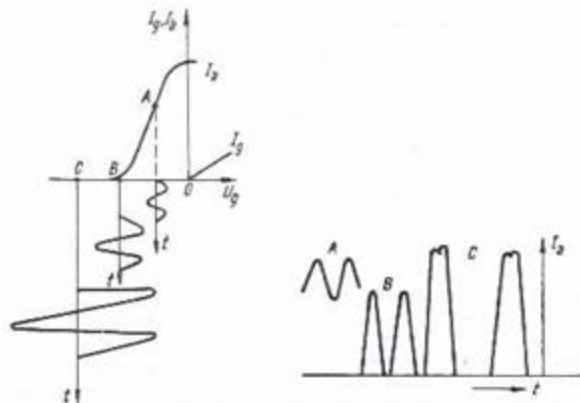


Fig. 260. Regimul de funcționare al amplificatoarelor.

Circuitele de amplificare (denumite și etaje) se pot clasifica după mai multe criterii.

După destinație se deosebesc: de tensiune și de putere.

După tipul sarcinii anodice pot fi: cu rezistență, cu bobină și cu transformator.

După regimul de funcționare sînt: cu regim clasa A, cu regim clasa B și cu regim clasa C (corespunzător punctelor A, B, C de pe caracteristică (fig. 260).

Între amplificatoarele de tensiune și amplificatoarele de putere nu există deosebiri esențiale. Primele sînt echipate cu tuburi de putere mică, rolul lor principal fiind amplificarea tensiunii și numai într-o mică măsură amplifică și curentul, iar amplificatoarele de putere sînt echipate cu tuburi de mare putere care permit trecerea (prin ele) a unor curenți însemnați.

Cînd amplificarea se face în mai multe trepte (etaje), primul etaj este de obicei un amplificator de tensiune a cărui tensiune de ieșire servește drept tensiune de comandă pentru etajele următoare.

Deoarece principiul de funcționare este același se vor descrie numai amplificatoarele de tensiune.

2. Amplificatoare de tensiune

a. **Amplificatorul cu rezistențe** este cel mai răspândit circuit de amplificare (fig. 261).

Tensiunea alternativă U_{m1} furnizată de generatorul G se aplică pe grila primului tub 1 (această tensiune urmează să fie amplificată). Ca urmare, curentul anodic al acestuia devine pulsatoriu, componenta lui

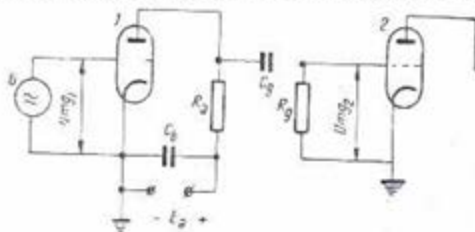


Fig. 261. Amplificatorul cu rezistențe.

continuă trecind prin rezistența de sarcină R_a , și prin sursa anodică E_a , iar componenta alternativă prin aceeași rezistență R_a și prin condensatorul de blocaj C_c .

Tensiunea alternativă amplificată care apare la capetele rezistenței R_a se aplică pe grila tubului etajului următor prin intermediul condensatorului de cuplaj C_c . Acesta, ca orice condensator, permite trecerea tensiunilor alternative și împiedică componenta continuă a primului tub, protejind astfel grila împotriva unei pozitivări nedorite.

Împreună cu condensatorul C_c se conectează obligatoriu și o rezistență de grilă R_g , numită și rezistență de scurgere. Dacă această rezistență nu există, în cursul fiecărei semialternanțe pozitive a tensiunii alternative aplicate pe grila tubului 2, grila va atrage un număr de electroni emiși de catod; aceștia neavînd pe unde să se scurgă, se vor acumula în cantități atât de mari încît grila va deveni puternic negativă și tubul se va bloca.

Același fenomen se poate produce chiar și fără tensiunea de comandă de pe grila respectivă datorită electronilor reziduali, care se „agață” de ea în cursul trecerii spre anod.

b. **Amplificatorul cu bobină.** Căderea de tensiune continuă în rezistența anodică R_a a amplificatorului cu rezistențe nu este de dorit deoarece impune să se mărească tensiunea de alimentare a tubului. Dacă această rezistență se înlocuiește cu o inductanță L_a (cu rezistență neglijabilă) (fig. 262) la bornele bobinei se va produce ca și în cazul precedent, o cădere de tensiune alternativă, iar tensiunea continuă va fi aplicată în întregime tubului 1.

Acest amplificator are însă dezavantajul că bobina și condensatorul formează un circuit oscilant și pentru anumite frecvențe el poate intra în rezonanță producînd o amplificare „selectivă” (a unui anumit domeniu de frecvență). Din această cauză amplificatorul cu bobină se folosește rar.

c. **Amplificatorul cu transformator.** În amplificatoarele de tensiune cu transformator (fig. 263) circuitul anodic al tubului (triodă sau pentodă) are ca sarcină înfășurarea primară a unui transformator. Înfășurarea secundară a transformatorului se leagă la grila tubului următor.

Transformatorul este de obicei ridicător de tensiune cu raportul de transformare $n=2-5$.

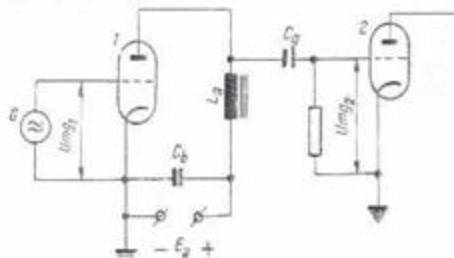


Fig. 262. Amplificatorul cu bobină.

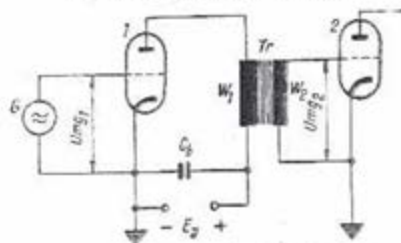


Fig. 263. Amplificatorul cu transformator.

Amplificatorul cu transformator are dezavantajul că curentul anodic continuu, trecînd prin înfășurarea primară, poate produce o magnetizare aproape de cea de saturare. Magnetizarea suplimentară datorită semialternanțelor pozitive ale curentului anodic va produce atunci o saturație completă și curentul amplificat va avea distorsiuni neliniare.

Pentru înlăturarea saturației se utilizează tuburi cu curent anodic mic sau se execută în miezul de fier un întrefier îngreunîndu-i astfel magnetizarea.

3. Negativări și reglaje în amplificatoare

Tensiunea de negativare se utilizează în amplificatoare pentru a se deplasa punctul de funcționare spre stînga pe caracteristică în scopul evitării apariției curenților de grilă care produc distorsiuni neliniare, precum și pentru a micșora componenta continuă a curentului anodic.

În practică, se utilizează două sisteme de negativare: automată și fixă.

Principiul negativării automate, în care se folosește o mică parte din tensiunea anodică, este reprezentat în figura 264, a pentru tubul cu încălzire directă și în figura 264, b pentru tubul cu încălzire indirectă.

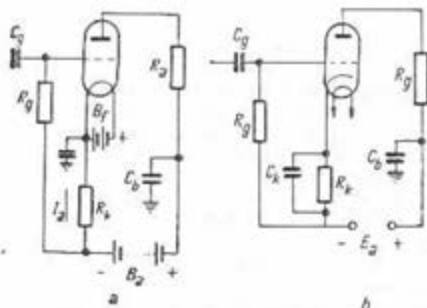


Fig. 264. Negativare automată

În circuitul anodic se inseriază între catod (borna minus a bateriei B_f) și minusul sursei anodice, o rezistență specială R_k numită rezistență de negativare; ea face parte în același timp și din circuitul de grilă și din cel anodic. Componenta continuă a curentului anodic I_a produce la bornele rezistenței R_k o cădere de tensiune, capătul acesteia dinspre B_a avînd un potențial negativ față de celălalt capăt legat de catod. Prin urmare grila va primi de asemenea o tensiune de negativare egală cu căderea de tensiune ($E_g = I_a \cdot R_k$) produsă de curentul anodic pe rezistența de negativare. Negativarea fixă, în care tensiunea de negativare este obținută de la o sursă separată, constituie cea mai veche și totodată cea mai simplă metodă de negativare. Ea constă în conectarea unei surse separate de curent continuu în circuitul de grilă (fig. 265). Sursa poate fi un element uscat, o baterie de acumulatori (fig. 265, b) sau o tensiune redresată și filtrată, furnizată de o înfășurare separată a transformatorului de rețea (fig. 265, a).

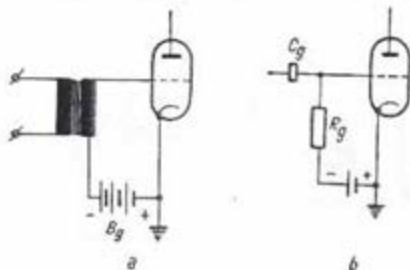


Fig. 265. Negativare fixă.

Această metodă este însă mai scumpă și se folosește rar. În unele aparate care folosesc amplificatoare (radio, televizor etc.) este necesar să se regleze manual mărimea amplificării. În acest scop în circuitul de grilă se introduce un potențiomtru P (fig. 266) cu care se poate regla tensiunea aplicată grilei, deci și tensiunea amplificată.

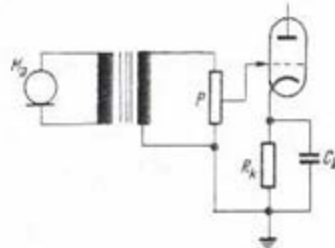


Fig. 266. Reglarea amplificării.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Cum se face redresarea curentului alternativ?
2. Cum se clasifică redresoarele?
3. Cum se poate dubla tensiunea redresată?
4. Ce rol au circuitele de filtrare și cum funcționează ele?
5. Cum funcționează circuitul oscilant?
6. Cum se calculează frecvența proprie a circuitului oscilant?
7. Cum se ecranează circuitele oscilante?
8. Ce este factorul de calitate al circuitului oscilant?
9. Ce rol au circuitele de amplificare?
10. Cum se clasifică circuitele de amplificare?
11. Cum se asigură negativarea grilei față de catod?
12. Cum se poate regla amplificarea?

CAPITOLUL V

APARATE ELECTRICE DE CONECTARE ȘI DE PROTECȚIE

Instalațiile electrice de orice fel cuprind numeroase aparate de conectare care servesc la întreruperea, închiderea și comutarea circuitelor electrice. În mod normal aparatele de conectare întrerup sau închid circuitele electrice în stare normală de funcționare. Totuși ele trebuie să

funcționeze fără să se deterioreze și în cazurile accidentale de suprasarcini sau scurtcircuit.

Principalele tipuri de aparate pentru conectare sau protecție a circuitelor electrice sînt: întreruptoarele, comutatoarele, prizele de curent, releele și fuzibilele.

1. Întreruptoare și comutatoare

Întreruptoarele sînt aparate care au rolul de a produce închiderea și întreruperea unui circuit electric străbătut de curent. Ele au două poziții staționare de funcționare: în circuit închis și în circuit deschis.

Clasificarea întreruptoarelor se poate face după multe criterii.

După modul de acționare: neautomate și automate.

După destinație: pentru curenți tari și pentru curenți slabi.

După tensiune: pentru tensiuni ridicate (peste 1 kV) și pentru tensiuni joase (sub 1 kV).

Întreruptoarele neautomate sînt acționate voit fie direct (manual), fie indirect comandate de la distanță.

Întreruptoarele automate sînt acționate de modificarea accidentală a anumitor mărimi fizice dintr-un circuit electric. Ele au deci și un rol de protecție.

În construcția ceasornicilor electrice se folosesc numai întreruptoare neautomate pentru tensiuni joase și curenți slabi (de ordinul mA).

Construcția acestor întreruptoare este foarte simplă; ele se compun în general din unul sau două elemente elastice (lamelle) prevăzute cu câte un contact. Lamellele portcontact sînt așezate față în față (fig. 267) și izolate între ele. Circuitul se închide prin apropierea și presarea celor două contacte, deformînd elastic lamellele.

Materialul din care se execută contactele are o importanță foarte mare. Acest material trebuie să nu se oxideze deoarece pelicula de oxid are rezistență foarte mare și se pot întîmpla două cazuri nedorite: sau întreruptorul nu mai închide circuitul sau, datorită rezistenței mărite, contactele se supraîncălesc și se distrug.

În cele mai multe cazuri se folosește pentru contactele electrice argintul care are conductivitatea electrică foarte ridicată și nu se oxidează în atmosferă. Argintul se folosește sub formă de nituri sau pastile sudate sau lipite.

La anumite circuite electrice în momentul întreruperii lor apar scînteii în dreptul contactelor, care dislocă din materialul contactului și îl distrug cu timpul. De aceea, la acele circuite care au o frecvență foarte mare de conectări și întreruperi (zeci sau sute pe oră) se folosesc întrepruptoare cu mercur. Un astfel de întreruptor constă dintr-un tub cilindric de sticlă închis, prevăzut la cele două capete cu câte un contact și umplut pînă la un anumit nivel cu mercur. Prin bascularea tubului, mercurul din interior atinge numai unul sau ambele contacte, deschizînd sau închizînd circuitul.

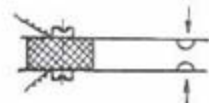


Fig. 267. Întreruptor cu lamelle.

Comutatoarele sînt aparate care au rolul de a înlocui o porțiune de circuit cu alta sau de a modifica, în mod succesiv, conexiunile unuiu sau mai multor circuite. În ce privește construcția se aseamănă foarte mult cu întreruptoarele și se folosesc în mod frecvent la reostate de pornire și reglare, la aparate de radio, televiziore etc. În ceasornicării se folosesc foarte rar.

2. Relee și fuzibile

Releele sînt aparate electrice, cărora dacă li se aplică la intrare o anumită mărime fizică (curent electric, temperatură, presiune etc.), pot să efectueze o anumită operație cu un scop bine determinat. De exemplu, releul primește un curent electric și determină închiderea unui contact care comandă deschiderea unui întreruptor.

Releele se utilizează la protecția instalațiilor electrice; de asemenea intră în componența aparatului de comandă și automatizare.

Principalele tipuri de rele sînt:

- releele electrice, acționate de o mărime electrică;
- releele termice, acționate de căldură;
- releele mecanice, acționate de o mărime mecanică (presiune);
- releele electronice, acționate de o mărime electrică, dar au în circuit și tuburi electronice sau tranzistoare.

a. Releele electrice pot fi: electromagnetice, de inducție și electro-dinamice.

1) Releele electromagnetice se bazează pe principiul atracției unei piese metalice magnetice în interiorul unui cîmp magnetic creat de un curent.

În figura 268 este reprezentată schema unui releu electromagnetice cu armătură basculantă. Cînd prin înfășurarea 3 circulă un curent electric, miezul 1 se magnetizează și atrage armătura 2 (învîingînd forța arcului de reglare 4) care închide contactul 7. Cu ajutorul regulatorului 5 se poate regla tensiunea arcului 4, deci intensitatea curentului pentru care armătura este atrasă. Dacă curentul se întrerupe, armătura mobilă este trasă înapoi pînă la limitatorul 6.

2) Releele de inducție se bazează pe forța care ia naștere datorită curentilor turbionari dintr-un disc conductor așezat într-un cîmp magnetic variabil.

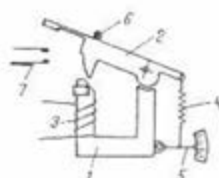


Fig. 268. Releu electromagnetice.



Fig. 269. Bimetale.

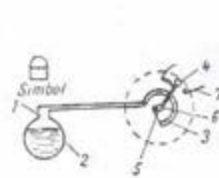


Fig. 270. Releu de gaz.

3) **Releele electrodinamice** se bazează pe cuplul care se exercită asupra unei bobine mobile străbătută de un curent când se găsește într-un câmp magnetic creat de o bobină fixă.

b. **Releele termice** se utilizează pentru a se determina închiderea unui circuit electric atunci când într-un anumit punct al instalației se ajunge la o anumită temperatură bine stabilită. Principalele relee termice sînt: cu bimetal, cu mercur, cu gaz și cu rezistență variabilă.

1) **Releele cu bimetal** se compun în principiu din două lame de materiale metalice diferite avînd coeficienți de dilatare diferiți, laminate împreună și formînd o singură lamă. Deoarece cele două materiale se dilată diferit la variația temperaturii, lama se curbează și închide un contact electric. În figura 269 sînt prezentate diferite forme de bimetal.

2) **Releul cu mercur** este format dintr-un tub termometric obișnuit la care rezervorul de mercur este legat la unul din poli circuitului electric. În partea superioară a tubului, corespunzător înălțimii pe care mercurul o va atinge la temperatura dorită, se intercalează un contact fix. Când mercurul va atinge acest contact, se va închide circuitul electric.

3) **Releul cu gaz** (fig. 270) se compune dintr-un rezervor 1 umplut pînă la un anumit nivel cu un lichid 2. Rezervorul este pus în legătură cu un tub manometric 3 de al cărui capăt liber este fixată cremaliera 5 care angrenează cu pinionul 6, fixat pe capătul contactului mobil 4.

Prin creșterea temperaturii presiunea vaporilor din rezervor crește deformînd tubul manometric, iar contactul mobil se va roti pînă atinge contactul fix 7 stabilind astfel circuitul.

4) **Releul cu rezistență variabilă** se bazează pe variația unei rezistențe electrice în funcție de temperatură.

Releul termic care închid și deschid un circuit de încălzire cînd temperatura scade sau crește peste o anumită valoare bine stabilită se numește termostat (menține temperatura practic constantă).

c. **Relee mecanice.** Principalele relee mecanice sînt: de nivel și de presiune.

1. **Releul de nivel** este acționat de un plutitor care se ridică o dată cu creșterea nivelului lichidului dintr-un rezervor și închide un contact electric.

2) **Releul de presiune** servește la semnalizarea creșterii de presiune în instalațiile cu aer comprimat. Se realizează sub forma unui manometru cu contact. Releul care menține presiunea constantă se numește barostat.

d. **Releele electronice** se bazează pe proprietatea de releu a tuburilor electronice și pot fi: cu tuburi cu vid și cu tuburi cu gaz.

1) **Releele electronice cu tuburi cu vid** folosesc de obicei triode. Tipul cel mai simplu folosește proprietatea de blocare a tubului. Se aplică unui tub (fig. 271) o tensiune anodică, constantă și o negativare astfel aleasă încît să blocheze curentul anodic. În serie cu această tensiune se montează o tensiune de excitație continuă sau alternativă. Alternanțele pozitive produc un curent anodic capabil să excite un releu electromagnetic. Acest releu are o sensibilitate foarte mare.

2) **Releele cu tuburi cu gaz** folosesc tiratroanele (fig. 272). Tubul se alimentează de la o sursă de curent alternativ, iar la grilă se aplică în serie o tensiune alternativă fixă V_g și una continuă reglabilă V_c .

Prin variația tensiunii continue se variază punctul de aprindere și prin acesta curentul anodic.

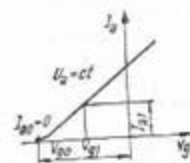
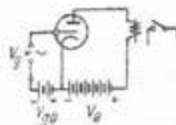


Fig. 271. Releu electronic cu tub cu vid.



Fig. 272. Releu cu tub cu gaz.



Fig. 273. Siguranță.

Releele se folosesc la protecția instalațiilor electrice relativ mari. Aparatele de putere mică (radiouri, televizoare, ceasornice electrice etc.) se protejează cu fuzibile (siguranțe).

În figura 273 s-a reprezentat o siguranță tip miniatură care se folosește la protecția aparatelor electrice. Ea se compune din trei părți: soclul 1, elementul schimbabil 2 și capacul filetat 3.

Elementul schimbabil se compune dintr-un tub de sticlă astupat la ambele capete cu cite un capăt metalic. Cele două capățele sînt legate prin interiorul tubului cu un fir conductor calibrat care se topește atunci cînd curentul care trece prin el depășește o valoare bine stabilită întrerupînd circuitul. Acest lucru se întîmplă de obicei la scurtcircuit. Elementul topit se înlocuiește cu altul nou de aceeași valoare numai după ce a fost înlăturată cauza scurtcircuitului.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce este un întrerupător?
2. Cum se clasifică întreruptoarele?
3. Cum funcționează întrerupătorul basculant?
4. Ce se înțelege prin comutator?
5. Ce este un releu?
6. Care sînt principalele tipuri de relee?
7. Cum funcționează releul electromagnetic?
8. Cum funcționează releul electronic?

APARATE ELECTRICE DE ACȚIONARE

1. Electromagneți

Ceasornicele electrice sînt acționate în general fie prin electromagneți, fie prin motoare electrice.

Electromagnetul este o bobină cu miez de oțel moale. Dacă o bobină fără miez este străbătută de curent, în interiorul ei ia naștere un cîmp magnetic. Acest cîmp se poate întări considerabil dacă în interiorul bobinei se introduce un miez de oțel moale, deoarece permeabilitatea magnetică a oțelului este mult mai mare decît a aerului.

Mărimea magnetizării unui electromagnet se numește tensiune magnetomotoare (F) și depinde de natura și dimensiunile miezului și de numărul de amper-spire (Iw), adică de produsul dintre intensitatea curentului (I) din înfășurare (în amperi) și de numărul de spire (w) ale înfășurării.

O parte din energia electrică se pierde în înfășurarea unei bobine datorită rezistenței ohmice a conductorului. În cazul electromagnetului, la acestea se mai adaugă pierderile de energie din miezul de oțel datorită curentilor turbionari (Foucault) și hysterezis-ului.

Curenții Foucault apar în miezurile supuse unor cîmpuri magnetice variabile. Acești curenți (cu aspectul unor vîrtejuri electrice) se transformă în căldură producînd pierderi. Pentru a se reduce aceste pierderi, miezurile pentru electromagneții de curent alternativ se fac din tole.

Tolele sînt niște table din oțel cu conținut ridicat de siliciu cu grosimea de 0,35—0,5 mm. Tolele se izolează între ele printr-un strat de oxid, lac sau hîrtie impregnată.

Fenomenul de hysterezis (hystereo = a întîrzie, în limba greacă) se datorește faptului că magnetizarea miezului unui electromagnet nu se face instantaneu, ci cu puțină întîrziere. De asemenea, la demagnetizarea miezului, atunci cînd curentul care străbate înfășurarea scade sau se anulează, nu se obține niciodată integral energia cheltuită pentru magnetizare.

Deci, o parte din energie se pierde pentru magnetizarea miezului.

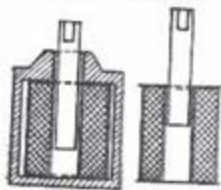


Fig. 274. Electromagnet cu piston.

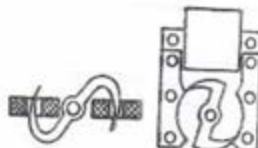


Fig. 275. Electromagnet rotativ.



Fig. 276. Electromagnet basculant.

În construcția ceasornicelor electrice se întîlnesc electromagneți polarizați și nepolarizați.

1) *Electromagnetul polarizat* are ca miez un magnet permanent cu cei doi poli N și S. Peste cîmpul magnetic creat de magnetul permanent se suprapune cîmpul magnetic al înfășurării, care va întări pe unul din poli și va slăbi pe celălalt, în funcție de sensul curentului din înfășurare. Avantajul electromagnetului polarizat este acela că el menține armătura atrasă și după încetarea curentului din înfășurare.

2) *Electromagnetul nepolarizat* are un miez de oțel nemagnetizat. Polaritatea lui depinde de sensul curentului din înfășurare și dispare o dată cu încetarea curentului.

Ambele tipuri de electromagneți se execută în foarte multe variante constructive: cu piston (fig. 274), rotativi (fig. 275), basculanți (fig. 276).

2. Motoare electrice

Motoarele electrice utilizate la acționarea ceasornicelor electrice au puteri foarte mici (de ordinul waților) din care cauză construcția lor este mult simplificată. De asemenea, spre deosebire de motoarele de puteri mari, la micromotoare nu se cer randament și factor de putere ridicate ci mai ales o construcție simplă și posibilitate de a le racorda (cele de curent alternativ) la o rețea monofazată.

Micromotoarele se împart în motoare de curent alternativ și motoare de curent continuu. Cele de curent alternativ se împart la rîndul lor în motoare asincrone și motoare sincrone.

a. *Micromotoare asincrone.* Motorul asincron se caracterizează printr-o viteză de funcționare care variază cu sarcina, frecvența curentului de alimentare fiind menținută constantă. Se construiesc două tipuri de micromotoare asincrone: cu rotor cilindru și cu rotor disc. Primele tipuri au în general o turație ridicată (peste 1 000 rot/min), iar celelalte o turație redusă.

1) *Motorul cu rotor cilindru* (fig. 277) are un stator 2 prevăzut cu doi (sau mai mulți) poli 3 și bobinajul 1. O parte din suprafața polului este ecranată cu ajutorul unei spire scurtcircuitate 5. În acest mod se realizează un decalaj în timp și spațiu între fluxul porțiunii neecranate a polului și fluxul ce străbate spira scurtcircuitată. Acest lucru este

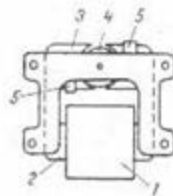


Fig. 277. Motor cu rotor cilindru.

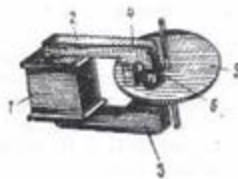


Fig. 278. Motor cu rotor disc.

necesar ca motorul să pornească singur. Rotorul 4 poate fi sub formă de colivie din bare rotunde de cupru sau un cilindru din cupru sau aluminiu.

Sensul de rotire al rotorului este dinspre porțiunea neecranată a polului înspre cea ecranată.

2) Motorul cu rotor disc (fig. 278) se compune dintr-o bobină 1 montată pe miezul 2 care are la capăt doi poli 3 și 4. Unul dintre poli este ecranat în partea cu o spirală în scurtcircuit 6.

În spira scurtcircuitată se induce un curent care produce un flux magnetic ce se opune fluxului creat de bobină și îl întârzie. Prin compunerea celor două fluxuri, care trec prin polul ecranat și neecranat, se obține o rezultantă care rotește discul 5 din cupru sau aluminiu. Și în acest caz sensul de rotire este de la porțiunea neecranată la cea ecranată a polului.

b. Motorul sincron monofazat (fig. 279) este folosit aproape exclusiv la acționarea ceasornicelor electrice sincronice. Se compune dintr-o bobină 1 montată pe un miez de oțel 2 prevăzut cu mai mulți dinți. Rotorul 3, din oțel, este prevăzut și el cu dinți (30—40 dinți) și este așezat între piesele polare ale miezului. La fiecare jumătate de perioadă rotorul înaintează cu un dinte, deci într-o perioadă cu doi dinți.

Dacă rotorul are z dinți, la o frecvență a curentului f , rezultă turajia:

$$n = \frac{2f}{z} \cdot 60 \text{ [rot/min]}$$

Deoarece asemenea motoare nu pot porni singure, sînt echipate cu un dispozitiv de lansare, de obicei un arc.

c. Motorul de curent continuu (fig. 280) se compune ca orice mașină electrică de curent continuu din statorul 1, rotorul 2 și colectorul 3. La micromotoare statorul este un magnet permanent cu poli N și S între care se poate roti rotorul. Acesta este prevăzut cu cîteva bobine legate fiecare la cîte o lamelă a colectorului. Pe colector alunecă perile 4 din cărbune pentru alimentarea motorului.

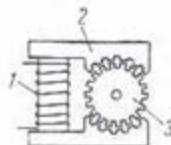


Fig. 279. Motor sincron.

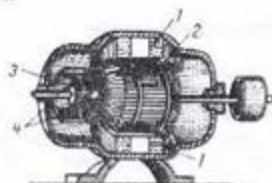


Fig. 280. Motor cu curent continuu.

Principiul de funcționare al motorului este următorul: asupra unui conductor al bobinei rotorului parcurs de curent așezat în câmpul magnetic al statorului în dreptul polului N acționează o forță perpendiculară pe conductor, al cărei sens depinde de sensul curentului. Această forță rotește conductorul (împreună cu rotorul) pînă cînd ajunge în dreptul

polului S. Aici polaritatea fiind schimbată trebuie să se schimbe și sensul curentului pentru ca conductorul să se rotească mai departe. Sensul curentului se schimbă cu ajutorul colectorului.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce este un electromagnet?
2. Care sînt pierderile de energie într-un electromagnet?
3. Ce se înțelege prin electromagnet polarizat?
4. Care sînt principalele tipuri constructive de electromagneți?
5. Cum se clasifică micromotoarele electrice?
6. Cum funcționează motorul de curent continuu?

CAPITOLUL VII

SURSE DE CURENT ELECTRIC

Sursele de curent se împart în: surse de curent continuu și surse de curent alternativ. Curentul alternativ se utilizează pe o scară mult mai largă decît cel continuu, datorită avantajelor pe care le prezintă. Majoritatea rețelelor de distribuție a energiei electrice sînt de curent alternativ. Ele sînt alimentate de la centrale electrice în care energia calorică sau hidrolică se transformă în energie mecanică cu ajutorul turbinelor cu abur respectiv hidrolice; energia mecanică este transformată apoi în energie electrică cu ajutorul unor mașini denumite generatoare.

Tensiunea rețelei de distribuție nu corespunde totdeauna cu tensiunea de alimentare a aparatelor electrice; de aceea între rețea și aparat se interpune un transformator prin care se poate obține tensiunea dorită.

Transformatorul cu toate că nu este o sursă de curent, va fi descris în acest capitol deoarece servește la alimentarea cu curent a ceasornicelor electrice.

A. SURSE DE CURENT CONTINUU

1. Pile electrice

Pila electrică este un dispozitiv care transformă energia chimică în energie electrică.

Cea mai răspîdită este pila Leclanché. Aceasta este compusă dintr-un vas de sticlă conținînd un electrolit special (soluție de clorură de

amoniu (tipirig) în apă). În electrolit se află un săculeț sau un vas poros încărcat cu depolarizant (bioxid de mangan 70% și grafit praf 30%), prevăzut la mijloc cu un baston de cărbune care constituie polul pozitiv și un cilindru sau o placă de zinc amalgamat (acoperit cu mercur) care formează polul negativ.

Mai multe pile electrice legate între ele formează o baterie. Bateria de 4,5 V pentru lanterna de buzunar (fig. 281) se compune din trei pile (elemente), fiecare formată dintr-un vas cilindric de zinc în care

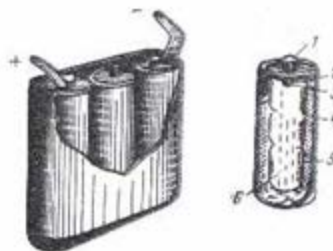


Fig. 281. Baterie electrică:

1 — capacul metalic (bornă); 2 — smoolă; 3 — cărbune de retortă; 4 — cilindru de zinc; 5 — electrolit gelatinos; 6 — sac cu depolarizant.

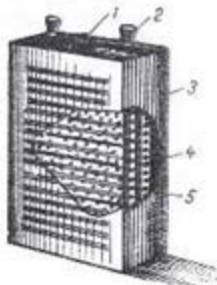


Fig. 282. Acumulator cu nichel:

1 — cap-supă; 2 — bornă; 3 — bac; 4 — garnitură zincată; 5 — plăci.

se află un electrolit și un săculeț cu depolarizant, ce conține bastonul de cărbune. Electrolitul nu mai este lichid și viscos, soluția de tipirig fiind îngroșată cu făină, pentru ca să nu se verse. Tensiunea dată de un element este 1,5 V, iar intensitatea curentului depinde de dimensiunile pilei.

Pilele electrice grupate în baterii se folosesc la alimentarea aparatelor electrice portative ca: lanterne, radiouri portative, aparate de măsură, ceasornice electrice de masă și de mină etc.

2. Acumuloare electrice

Acumuloarele nu sînt surse de curent ci ele trebuie încărcate cu energie electrică pe care o pot reda apoi aparatului pe care îl alimentează.

Acumuloarele mai des întîlnite la noi sînt de două feluri: acide (cu plumb) și bazice (cu nichel).

Principalele părți ale unui acumulator cu plăci de plumb (cu acid sulfuric) sînt: electrodul pozitiv, constituit din plăci de plumb ștanțate ori turnate în formă de grăti, avînd în alveole o pastă din bioxid de plumb (PbO_2) de culoare maro; electrodul negativ, format tot din plăci de plumb cu grăti, în ale căror alveole este depus plumb poros; un vas

de sticlă sau material plastic prevăzut cu un capac cu găuri prin care ies conexiunile polilor și se poate completa electrolitul. Tensiunea unui acumulator cu plăci de plumb este de aproximativ 2 V pe element. Acumuloarele trebuie încărcate lunar (chiar dacă nu se folosesc) și ori de cîte ori tensiunea unui element a atins 1,8 V.

Acumuloarele bazice sînt de două tipuri: cu cadmiu-nichel și cu fier-nichel. Dintre acestea, primele sînt mai bune.

Un acumulator cu nichel (fig. 282) se compune dintr-un bac de oțel nichelat, în interiorul căruia se află cîte un grup de plăci pozitive și negative. Plăcile pozitive sînt constituite dintr-o bandă de oțel nichelat și perforată, care conține în alveolele sale pastă de hidroxid de nichel cu un adaos de 20% grafit. Plăcile negative sînt alcătuite dintr-o bandă de oțel nenichelat perforată și încărcată cu praf de cadmiu, fier și oxizii lor — la acumuloarele cu cadmiu-nichel — și cu praf de fier cu adaos mic de oxid de mercur și alte substanțe — la acumuloarele cu fier-nichel.

Plăcile de același fel se leagă între ele cu un conductor, care se sudază apoi la borna corespunzătoare fixată pe capac prin intermediul unui izolator de trecere din bachelită sau ebonită.

Capacul mai este prevăzut cu un orificiu cu filet, astupat cu un dop de construcție specială. Prin orificiu se toarnă electrolitul (hidrat de potasiu), iar dopul fiind și supapă, permite ieșirea gazelor care se formează în acumulator în timpul încărcării și descărcării împiedicînd totodată pătrunderea aerului. Tensiunea acestui tip de acumulator este de circa 1,4 V.

În afară de tensiune, acumulatorul indiferent de tip, se mai caracterizează prin capacitatea sa care este cantitatea de electricitate, în amperi-ore, pe care o poate debita după ce a fost încărcat complet. De exemplu, dacă un acumulator poate să furnizeze timp de 48 h un curent de 1 A, capacitatea sa este de 48 Ah.

3. Gruparea elementelor

Pilele și acumuloarele se utilizează mai rar sub formă de elemente. De cele mai multe ori ele se leagă în baterii, care permit obținerea unor tensiuni sau curenți mai mari decît poate da un singur element.

Mai multe elemente (pile sau acumuloare) pot fi legate în serie (fig. 283, a) atunci cînd se urmărește obținerea unei tensiuni mai ridicate. În acest caz polul pozitiv al primului element se leagă cu polul negativ al celui de al doilea element, polul pozitiv al celui de al doilea se leagă cu polul negativ al celui de al treilea element etc. Dacă s-au legat mai multe elemente în serie, polul pozitiv al primului element și polul negativ al ultimului, constituie cei doi poli ai bateriei rezultate. Tensiunea unei astfel de baterii este egală cu tensiunea unui element înmulțită cu numărul elementelor. Intensitatea curentului furnizat de baterie este egală cu aceea a unui singur element.

În practică se întîlnesc frecvent situații în care este nevoie ca intensitatea curentului să fie mai mare decît aceea furnizată de un singur

element. În aceste cazuri se recurge la legarea elementelor în paralel (derivație) (fig. 283, b).

O baterie grupată în acest fel se realizează legându-se toți polii pozitivi la un singur conductor și toți polii negativi la alt conductor. Primul conductor va fi plusul, iar secundul minusul bateriei.

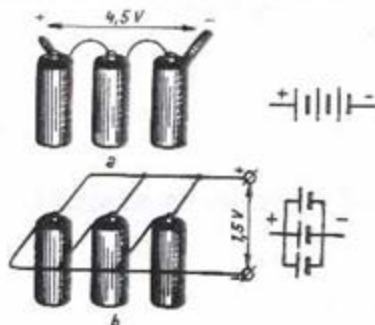


Fig. 283. Gruparea elementelor.

Intensitatea curentului livrat va fi egală cu suma intensităților fiecărui element component, iar tensiunea va fi egală cu tensiunea unui singur element.

Dacă este necesar să crească tensiunea și curentul, se face o grupare mixtă. Se leagă elementele în serie sau în paralel și, pe urmă, grupele astfel formate se leagă în paralel, respectiv serie.

4. Generatorul de curent continuu

Generatorul de curent continuu (dynamul) este o mașină care transformă energia mecanică în energie electrică. Motorul electric, dimpotrivă, transformă energia electrică în energie mecanică. Aceste două mașini electrice sînt reversibile, adică aceeași mașină poate fi folosită atît ca motor cînd este alimentată cu curent, cît și ca generator, cînd este antrenată de un motor. Din această cauză motorul și generatorul au aceeași construcție.

Generatorul de curent continuu se compune din trei părți principale: stator, rotor și colector.

Statorul este alcătuit din mai mulți magneti sau electromagneți montați în interiorul unei carcase cilindrice. Rolul său este de a produce un cîmp magnetic.

Rotorul constă dintr-un miez de fier pe care sînt înfășurate mai multe bobine. Prin rotirea rotorului, în conductorul înfășurării rotorului ia naștere o tensiune electromotoare.

Colectorul este un dispozitiv care culege curentul produs și îl dirijează în circuitele de utilizare.

5. Ridicarea tensiunii continue

Aparatele electrice de curent continuu se pot alimenta cu: pile, acumulatori, generatoare sau redresoare.

În toate cazurile există posibilitatea de modificare a tensiunii și anume: la pile și acumulatori prin legarea lor în serie, la generatoare prin mărirea turației sau întărirea cîmpului magnetic al statorului și la redresoare prin mărirea tensiunii alternative cu un transformator.

Uneori, pentru ridicarea tensiunii continue se folosește un dispozitiv denumit vibrator (fig. 284).

Vibratorului i se aplică o tensiune joasă (4—12 V furnizată în mod obișnuit de o baterie de acumulatori. Închizînd întreruptorul K , electromagnetul M este alimentat și atrage lama L către contactele inferioare. În jumătatea inferioară a înfășurării 1 (primarul) apare un impuls de curent; în același timp electromagnetul este scurtcircuitat și lama se ridică.

Deoarece timpul de deschidere este mult mai scurt decît timpul de închidere, în circuitul secundar 2 se induce o tensiune electromotoare apreciabilă numai la întrerupere. Sensul curentului este indicat prin săgeți. Ridicîndu-se, lama închide contactele superioare; procesul se repetă iar curentul de inducție curge ca și înainte către borna de ieșire A . În modul acesta sarcina R se află sub tensiune înaltă de aceeași polaritate, însă pulsatoare. Pulsările se netezesc cu ajutorul unor filtre.

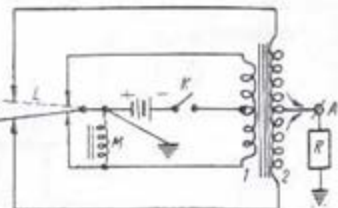


Fig. 284. Vibrator.

B. SURSE DE CURENT ALTERNATIV. TRANSFORMATORUL

Transformatorul electric este un dispozitiv care modifică forma sub care se prezintă energia electrică alternativă, fie ridicîndu-i tensiunea și micșorîndu-i intensitatea în aceeași proporție, fie efectuînd operația invers.

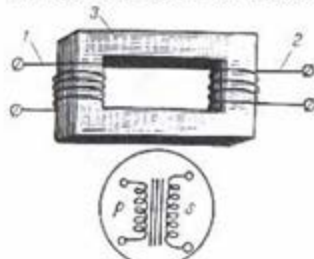
Primarul transformatorului primește energia de transformat și o schimbă în energie magnetică sub forma unui flux, care circulă într-un miez de fier, inducînd energia electrică transformată în circuitul secundar care o furnizează consumatorului. Așadar se transformă numai tensiunea și intensitatea, frecvența rămînd neschimbată.

Operațiile de transformare se fac în vederea adaptării unei surse de curent electric alternativ la necesitățile consumatorului.

Transformatoarele care ridică tensiunea sînt denumite ridicătoare de tensiune, iar cele care o coboară, coborîtore de tensiune.

În principiu, orice transformator electric se compune din două bobine cuplate inductiv între ele (fig. 285).

Raportul dintre numărul de spire W_1 al bobinei primare 1 și W_2 al bobinei secundare 2 se numește raport de transformare $n = \frac{W_1}{W_2}$. Orice transformator ridică sau coboară tensiunea cu raportul lui de transfor-



Reprezentare schematică

Fig. 285. Transformator electric.



Fig. 286. Tipuri de transformatoare.

mare. Transformarea se produce de obicei cu pierderi mici și este reversibilă. Pierderile într-un transformator sînt aceleași care au loc în electromagnetici (rezistență ohmică, curenți turbionari și hysterezis).

Pentru a se reduce pierderile din cauza curenților turbionari miezul 3 se execută din tole de oțel cu siliciu de 0,35—0,5 mm grosime, izolate între ele.

În raport cu forma tolelor din care este alcătuit miezul, transformatorul poate fi cu coloană (fig. 286, a) sau, mai utilizat, în manta (fig. 286, b).

Pachetul de tole se strînge în șuruburi din material nemagnetic sau din oțel, izolindu-se cu hîrtie pentru a se evita atingerea tolelor și implicit apariția curenților turbionari. Tolele se mai pot strînge printr-o carcasă ajutătoare.

Bobina transformatorului se compune dintr-o carcasă cu sau fără pereți laterali pe care se înfășoară conductorul.

Carcasele bobinelor se execută din materiale izolante (prespan, textolit etc.) prin lipire; ele trebuie să aibă dimensiunile miezului pe care se montează.

Transformatoarele cu coloane au două bobine, una pentru primar și una pentru secundar. La transformatoarele în manta înfășurarea primară și cea secundară se așază pe aceeași bobină.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce este o pilă electrică?
2. Din ce se compune pila Leclanché?
3. Ce este un acumulator electric?

4. Care sînt principalele tipuri de acumulatori?
5. Cum se leagă elementele în serie?
6. Cu ce scop se leagă elementele în paralel?
7. Care sînt părțile principale ale unui dinam?
8. Cum se poate ridica tensiunea continuă?
9. La ce servește transformatorul?
10. Cum se execută un transformator?

CAPITOLUL VIII

APARATE ELECTRICE DE MĂSURAT

1. Generalități

Repararea și reglarea ceasornicelor electrice implică, în mod obișnuit, efectuarea a numeroase și diferite măsurători electrice.

A măsura o mărime oarecare înseamnă a o compara cu o altă mărime de aceeași natură, luată drept unitate (etalon). Unitățile electrice sînt: voltul (V), amperul (A), ohmul (Ω), faradul (F) etc.

Mărimile electrice se măsoară cu aparate (instrumente) de măsură adecvate care se denumesc de obicei după etalonul respectiv (voltmetru, ampermetru etc.).

Funcționarea aparatelor electrice de măsurat se bazează pe proprietățile curentului electric. Proprietatea curentului de a crea un cîmp magnetic în jurul conductorului pe care îl parcurge se utilizează în aparatele magnetoelectrice și electromagnetice, iar proprietatea curentului de a produce căldură la trecerea prin conductoare se folosește la aparatele termice. Efectele curentului se transformă cu ajutorul unor mecanisme în deplasări mecanice care se pot citi pe scara aparatului în dreptul acului indicator. Diviziunile de pe scară se marchează de obicei în valori ale mărimei căreia îi este destinat aparatul (volți, amperi, ohmi etc.).

În raport cu sistemul aparatului, diviziunile scării pot să fie la distanțe egale (scară uniformă) sau la distanțe inegale (scară neuniformă).

Majoritatea aparatelor de măsurat sînt astfel construite încît acele lor indicatoare se deplasează în momentul cînd prin aparat trece un curent. După valoarea deviației acului se poate aprecia valoarea curentului care trece prin aparat. În felul acesta aparatul poate fi asimilat cu un conductor care are o anumită rezistență. Această rezistență se numește rezistență interioară și se exprimă în ohmi pe volt (Ω/V), adică arată numărul de ohmi care revine fiecărui volt al scării aparatului.

Mecanismul oricărui aparat de măsurat este montat într-o cutie specială rigidă și etanșă, care-l apără de deteriorări mecanice și de praf.

Funcție de destinația și construcția aparatului, cutiile pot avea diferite forme. Indicațiile aparatului se citesc printr-o deschidere, protejată de un geam. În spatele geamului se află scara gradată a aparatului și acul indicator care se deplasează în fața acesteia.

Aparatul se conectează la circuitul de măsurat prin intermediul unor borne sau cleme fixate pe aparat.

Deoarece acul indicator se deplasează de multe ori de la gradația zero, înainte de măsurare se verifică poziția sa; în cazul unor abateri, se reduce acul la poziția zero a scării, cu ajutorul unui dispozitiv corector care are un știft crestat, ieșit din carcasă, pentru șurubelniță.

Aparatele de măsură pot fi: magnetoelectrice, electromagnetice, electrodinamice și termoelectrice.

2. Aparate magnetoelectrice

Principiul de funcționare al aparatelor magnetoelectrice se bazează pe însușirea conductorului de a se deplasa într-un cîmp magnetic, atunci cînd prin el trece un curent electric.

Construcția simplificată a unui aparat magnetoelectric este arătată în figura 287. La capetele unui magnet permanent 1 sînt fixate piesele polare 2 din oțel moale. Între ele este fixat rigid un miez cilindric de oțel 3. În întrefierul dintre piesele polare și miez poate să se rotească liber pe axul 4 o bobină cadru 5. Bobina se compune dintr-o carcasă dreptunghiulară de aluminiu, pe care se înfășoară o sîrmă subțire de cupru izolată. Pe axul 4 este fixat un ac indicator 6 al cărui vîrf se poate deplasa în fața unei scări gradate. Cadrul este menținut în poziția inițială de două arcuri spirale 7 prin care intră și curentul de măsurat.

La trecerea curentului electric prin înfășurarea cadrului se formează în jurul acestuia un cîmp magnetic. Ca rezultat al acțiunii reciproce a acestui cîmp cu cîmpul magnetului permanent, cadrul se poate roti într-o parte sau în alta, funcție de sensul curentului care trece prin el.

Deci, aparatele de măsurat magnetoelectrice servesc numai pentru măsurarea curentului continuu. La conectarea aparatului la un circuit de curent alternativ, cadrul lui ar trebui să-și schimbe sensul de rotație în ritmul frecvenței curentului dar, din cauza inerției sale mecanice chiar la frecvență scăzută, nu poate urmări schimbările de sens ale curentului, ci rămîne în dreptul gradației zero, reacționînd numai prin trepidația acului indicator.

Sensul necesar curentului din cadru se asigură prin conectarea aparatului la rețeaua de curent continuu în concordanță cu semnele bornelor: (+) și (—).

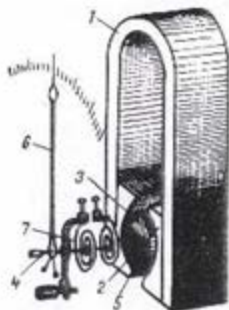


Fig. 287. Aparat de măsurat magnetoelectric.

Aparatele magnetoelectrice servesc atît pentru măsurarea curenților cit și tensiunilor, diviziunile de pe scară fiind marcate corespunzător în unități de curent (A, mA, μ A) sau de tensiune (kV, V, mV, μ V).

Aparatele magnetoelectrice sînt cele mai precise dintre toate instrumentele de măsurat cu ac indicator. În plus, ele posedă o mare uniformitate a scării și o dependență relativ mică, față de cîmpurile magnetice perturbatoare, precum și de temperatură.

Ele au însă limite mici de măsurare. De aceea, pentru măsurarea unor curenți mai mari decît permite scara, se conectează la aparat, în paralel, rezistențe denumite șunturi, iar pentru extinderea limitei de măsurare a tensiunilor, rezistențe adiționale, în serie.

Pentru măsurarea curentului alternativ, în aparatele mai complicate se includ redresoare pentru transformarea curentului alternativ în curent continuu.

3. Aparate electromagnetice

Aparatele electromagnetice funcționează datorită acțiunii cîmpului magnetic creat de curentul măsurat asupra unui miez de oțel moale.

Partea mobilă a unui aparat electromagnetic (fig. 288) este un disc 4 din oțel moale fixat excentric pe un ax cu care se rotește împreună. Discul poate intra în interiorul unei bobine plate 3. Unghiul de rotație al discului este indicat pe scara 2 de un ac indicator 1 fixat de asemenea pe ax. Acul este menținut în poziția de repaus printr-un arc spiral. Un pistonas legat de acul indicator contribuie la amortizarea oscilațiilor rapide, prin deplasarea în interiorul unui cilindru curb 5.

Cînd prin spirele bobinei trece un curent, în interiorul ei ia naștere un cîmp magnetic sub a cărui acțiune discul este atras spre interiorul bobinei. Deplasarea va fi cu atît mai mare cu cît curentul din bobină sau tensiunea care creează acest curent vor fi mai mari. Astfel deviațiile acului măsoară curentul.

Scara aparatelor electromagnetice este neuniformă, diviziunile fiind mai apropiate între ele la începutul și sfîrșitul scării.

Devierea acului indicator producîndu-se întotdeauna în același sens, aceste aparate se folosesc atît pentru curentul continuu cit și pentru cel alternativ. Indicațiile acului fiind diferite pentru curentul continuu și pentru cel alternativ pe scările aparatelor din această categorie, se gradează două rînduri de diviziuni, un rînd pentru curentul continuu (notat c.c. sau =) și un rînd pentru curentul alternativ (notat c.a. sau $\approx$).

Indicațiile aparatelor electromagnetice sînt mai puțin precise decît ale celor magnetoelectrice. De asemenea, rezistența lor interioară redusă (circa 100 Ω/V) le face puțin sensibile și ca stare neîndicate pentru tensiuni și curenți reduși. Aceste aparate sînt influențate de cîmpurile magnetice exterioare și de aceea în timpul măsurării ele nu trebuie așezate în apropierea conductoarelor parcurse de curenți mari.

4. Aparate electrodinamice

Aparatele electrodinamice (fig. 289) sînt destinate în special pentru măsurarea puterii în circuitele de curent continuu și alternativ, adică sînt folosite ca wattmetre. În principiu toate wattmetrele electrodinamice se bazează pe interacțiunea a două cîmpuri magnetice create de

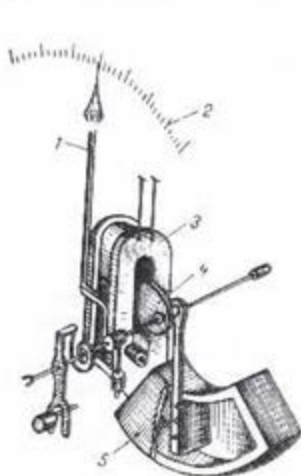


Fig. 288. Aparat de măsurat electromagnetic.

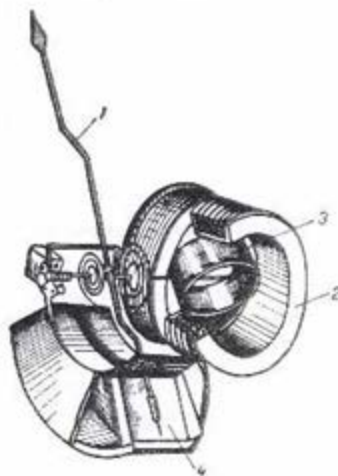


Fig. 289. Aparat de măsurat electrodinamic.

două bobine. Acul indicator 1 este solidar cu bobina mobilă 3 care este amplasată în interiorul bobinei fixe 2. De acul indicator este legat un amortizor cu aer 4.

Prin una dintre bobine trece curentul ce trebuie măsurat, iar celelalte bobine i se aplică tensiunea care acționează în același circuit. Din această cauză, deviația acului indicator este proporțională atât cu curentul cît și cu tensiunea, adică este proporțională cu puterea.

5. Aparate termoelectrice

Funcționarea aparatelor termoelectrice se bazează pe dilatarea termică a unei sîrme de platină-iridiu prin care trece curentul ce trebuie măsurat. Deoarece acțiunea termică a curentului nu depinde de frecvența lui, aceste aparate se pot folosi pentru măsurări de înaltă frecvență.

Construcția unui aparat termoelectric este reprezentată în figura 290. Între două suporturi izolante este întins un fir subțire 3 care este tras în jos de un fir de întindere 4.

De firul de întindere este legat un fir de mătase trecut peste un tambur mic de care este fixat acul indicator 1 din dreptul scării 2. Capătul firului de mătase este tras de un arc 5. Tot de tambur este legată o placă de aluminiu 7 care se poate deplasa între poli unui magnet permanent 6.

La trecerea curentului prin firul calibrat, acesta se încălzește și se alungește căpătînd o săgeată. Din această cauză arcul va trage firul de mătase care, înfășurat fiind pe tambur, va roti tamburul și, o dată cu el, acul indicator și placa de aluminiu. Aceasta din urmă, deplasîndu-se într-un cîmp magnetic, produce o frinare datorită curenților turbionari (Foucault).

În principiu, cu aparatele termoelectrice se pot măsura tensiuni și intensități; în practică sînt utilizate numai pentru măsurarea intensităților deoarece rezistența lor interioară este foarte mică (6—10 Ω/V).

Cînd se lucrează cu aparate termice trebuie să se țină seamă de faptul că suprasarcina cea mai neînsemnată de curent poate provoca arderea instantanee a firului care are un diametru foarte mic.

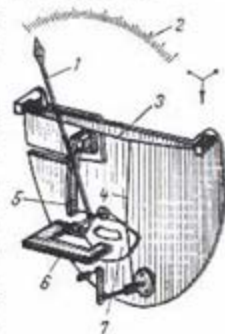


Fig. 290. Aparat de măsurat termoelectric.

6. Măsurări electrice

a. **Măsurarea curentului.** Pentru măsurarea intensității curentului într-un circuit oarecare se conectează aparatul în serie cu circuitul (fig. 291). Curentul din circuit va trece în acest caz și prin aparat. Deci mărimea curentului poate fi apreciată după unghiul de deviație a acului indicator. Ampermetrele se execută cu rezistență interioară foarte mică pentru a nu introduce rezistențe noi în circuit și implicit pentru a nu micșora curentul.

b. **Măsurarea tensiunii.** Aparatele pentru măsurarea tensiunii (voltmetrele) se conectează în paralel cu porțiunea de circuit pe care se măsoară tensiunea (fig. 292). Sub acțiunea diferenței de potențial din circuit, prin voltmetru va trece un curent (care deviază acul aparatului) proporțional cu diferența de potențial.

Rezistența interioară a voltmetrului trebuie să fie mare; în caz contrar curentul ce trece prin aparat este mare, iar curentul din circuit, pe porțiunea de măsurat, scade simțitor și o dată cu el căderea de tensiune.

c. **Măsurarea rezistențelor.** Rezistența se măsoară determinîndu-se simultan cu un ampermetru și voltmetru, curentul care trece prin re-

zistența de măsurat și căderea de tensiune care se produce în rezistență.

Valoarea rezistenței se calculează cu relația: $R = \frac{U}{I}$.

În practică, valoarea rezistențelor se măsoară mai rapid cu ohmetrul, care este alcătuit dintr-un voltmetru și o sursă proprie de curent continuu. Scara este etalonată direct în ohmi (fig. 293).

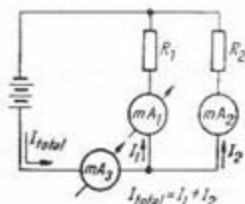


Fig. 291. Măsurarea curentului.

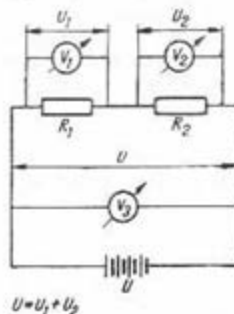


Fig. 292. Măsurarea tensiunii.

Cu bornele 1 și 2 scurtcircuitate cu întrerupătorul K voltmetrul indică întreaga tensiune a bateriei; această poziție a acului indicator corespunde cu valoarea zero pentru rezistență. În cazul bornelor libere (rezistență infinită) acul indicator nu va devia; această poziție se marchează cu infinit. Între aceste două puncte extreme se marchează scara aparatului cu ajutorul unor rezistențe etalon. Scara ohmetrului este neuniformă.

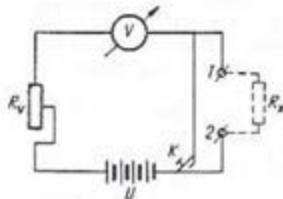


Fig. 293. Măsurarea rezistențelor.

În practica măsurărilor electrice se mai folosesc aparate combinate denumite avometre. Cu ele se poate măsura curentul, tensiunea și rezistența prin simpla comutare a unor rezistențe în circuitul aparatului.

Pentru măsurarea curenților și tensiunilor alternative avometrele sînt prevăzute cu o celulă de redresare, iar pentru măsurarea rezistențelor dispun și de o sursă proprie de curent continuu (pilă).

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce se înțelege prin măsurare?
2. Ce este rezistența interioară a unui aparat?
3. Care sînt cele mai răspîndite aparate de măsurat electrice?
4. Din ce se compune un aparat magnetoelectric și cum funcționează?
5. Care este principiul de funcționare al aparatului electromagnetic?
6. Din ce se compune un aparat electrodinamic?
7. La ce măsurări se folosesc aparatele electrodinamice?
8. Care este principiul de funcționare al aparatelor termoelectrice?
9. Cum se conectează un ampermetru în circuitul de măsurat?
10. Dar un voltmetru?
11. Cum funcționează un ohmetru?
12. Ce este avometru?

Ceasornice electrice

CAPITOLUL I

CEASORNICI CU ARMARE ELECTRICAL

A. CLASIFICAREA CEASORNICELOR ELECTRICE

Ceasornicele electrice se pot clasifica după mai multe criterii:

După gradul de dependență:

- Ceasornice dependente:
 - ceasornice sincrone;
 - ceasornice secundare (pui).
- Ceasornice combinate:
 - ceasornice sincrone cu rezervă de mers.
- Ceasornice independente:
 - ceasornice individuale;
 - ceasornice principale.

După sistemul de oscilație:

- Ceasornice cu oscilații mecanice:
 - cu cristal de cuarț;
 - cu diapazon;
 - cu arc plat;
 - cu pendul;
 - cu balansier.
- Ceasornice cu oscilații electrice:
 - cu circuit oscilant;
 - cu circuit basculant.

După modul de acționare:

- Ceasornice cu acționare directă:
 - cu cristal de cuarț;
 - cu arc plat;
 - cu diapazon;
 - cu pendul;
 - cu balansier.
- Ceasornice cu acționare indirectă (cu armare electrică):
 - cu armare prin electromagnet;
 - cu armare cu motor electric.

B. ARMAREA CEASORNICELOR CU ELECTROMAGNET

Ceasornicele cu armare electrică se deosebesc foarte puțin de ceasornicele mecanice clasice. Toate mecanismele ceasornicului mecanic s-au păstrat neschimbate în afara mecanismului motor care, în loc să fie armat manual, va fi armat cu un dispozitiv electric.

Ceasornicele acționate electric indirect se construiesc cu rezervă de mers (pot funcționa un timp — câteva ore — după întreruperea curentului electric) sau fără rezervă de mers (se opresc la câteva minute după întreruperea curentului). Primele se alimentează de obicei de la rețeaua de distribuție a curentului, iar celelalte de la o sursă proprie (baterie).

Ceasornicele cu rezervă de mers sînt prevăzute cu arc motor sau greutate, iar energia electrică este folosită la armarea arcului sau la ridicarea greutăților. Frecvența armării poate fi foarte diferită: de la o armare la 8 h, la 60 armări pe oră.

Frecvența armărilor la ceasornicele fără rezervă de mers este mai ridicată (12—16 armări pe oră), și de aceea ele sînt mai precise, forța transmisă echipamentului fiind practic constantă. Ele mai au avantajul că nu sînt legate de o poziție (priză), deoarece avînd sursă proprie de alimentare, pot fi așezate în orice loc.

Armarile tipuri de ceasornice cu armare electrică pot fi acționate fie cu motor electric, fie cu electromagnet.

Se cunosc foarte multe variante de armare cu electromagnet care funcționează însă toate după același principiu: mecanismul de transmisie închide la intervale regulate un circuit electric format dintr-o sursă de curent și un electromagnet; electromagnetul atrage o armătură, care este legată de mecanismul motor și transmite acestuia o energie potențială.

Dispozitivul de armare cu electromagnet se compune din următoarele părți principale:

- electromagnet cu o armătură mobilă;
- contactor pentru închiderea și deschiderea circuitului electric al electromagnetului;

- dispozitiv pentru comanda contactorului;
- dispozitiv pentru transmiterea mișcării de la armătura mobilă la mecanismul motor.

Dintre acestea cele mai sensibile sînt contactorul și dispozitivul său de comandă.

1. Contactorul

Un sistem des utilizat este prezentat în figura 294. Se compune dintr-un electromagnet 5 cu armătură basculantă 3 care se poate roti în jurul punctului 1. Cînd prin bobinele 4 ale electromagnetului circulează curent, această armătură va fi atrasă și clichetul 7 alunecă peste dinții roții de clichet 8 imobilizată de clichetul 9. Cînd curentul se întrerupe, arcul elicoidal 6 trage armătura înapoi și clichetul 7 rotește roata cu cîtiva dinți. Stabilirea și întreruperea curentului se face cu contactorul compus din lama 2, legată rigid de armătură și furca 16 care poate oscila în jurul punctului 11. Furca este menținută în poziția de repaus de arcul 13 care este fixat cu unul dintre capete pe o placă fixă în punctul 15 și cu celălalt capăt pe furcă în punctul 14. Partea superioară a creștăturii furcii este izolată cu izolatorul 12.

În poziția desenată din figură curentul este întrerupt. Dacă se deplasează furca în sus se stabilește contactul între aripa furcii de jos (neizolată) 16 și contactul 10 al lamei 2. În acest moment electromagnetul atrage armătura care deplasează și furca de jos. Datorită inerției mecanice, furca se va deplasa în continuare și va întrerupe curentul, după care ambele, armătura și furca, se vor deplasa împreună în sus și ciclul poate reîncepe.

Caracteristic acestui contactor este faptul că în timpul deplasării în jos, între suprafețele de contact există o mișcare relativă și, datorită frecării, contactele se curăță; închiderea și deschiderea contactului se fac pe suprafețe diferite, ceea ce este foarte avantajos, deoarece scintea care apare la deschiderea contactului nu deteriorează contactele pe porțiunea unde ele se întîlnesc la închidere. În afară de aceasta, deschiderea contactului se face brusc astfel încît se reduce mult scintele.

Acest tip de contactor are însă dezavantajul că pentru comanda lui se consumă o forță oarecare de la mecanismul de ceasornic.

O siguranță mai mare în exploatare o prezintă contactorul din figura 295. Greutatea 1 rotește roata de antrenare 2 în direcția săgeții. Pe circumferința roții este montat contact 3. În timpul funcționării ceasornicului acest contact se apropie de celălalt contact 4 montat pe armătura oscilantă 5 a electromagnetului. În momentul cînd contactele se ating, se închide circuitul prin bobinele 6 ale electromagnetului și electromagnetul rotește armătura. Prin această mișcare bruscă, contactul 3 împreună cu roata 2 sînt împinse înapoi (în sens contrar săgeții), greutatea 1 se ridică, iar clichetul 7 alunecă peste dinți. Datorită inerției, roata 2 se rotește mai departe și deschide contactul. În acest moment electromagnetul eliberează armătura, care se va roti în poziția inițială (desenată) datorită arcului 8.

La acest sistem, în timp ce contactele sînt închise, ele sînt puternic presate și astfel se reduce rezistența de contact.

Acest contactor este frecvent folosit la armarea ceasornicelor de perete și a ceasornicelor principale. Uneori în locul greutateii 1 se folosește un arc spiral sau o greutate sub formă de braț excentric (fig. 296).

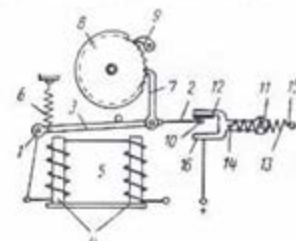


Fig. 294. Dispozitiv de armare cu contactor oscilant.

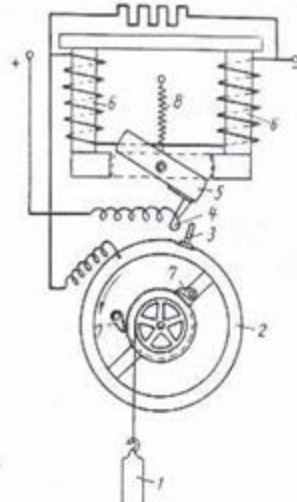


Fig. 295. Dispozitiv de armare cu contactor rotativ.

În aceste cazuri forța fiind mică, dispozitivul acționează direct asupra axului minutar sau chiar asupra axului intermediar. Bineînțeles frecvența armărilor va fi cu mult mai mare.

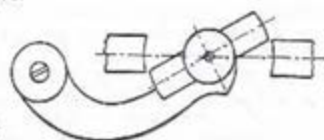


Fig. 296. Braț excentric pentru armare.

2. Sisteme de armare cu electromagnet

a. Armarea cu curent continuu. Construcția unui ceasornic armat electric de la o baterie este reprezentată în figura 297. Bateria 4 de 1,5 V este montată între contactele 2 și 3. În figură s-au însemnat cu semnul plus (+) și minus (—) toate piesele care sînt în contact cu polul pozitiv respectiv negativ. Întregul mecanism de armare este montat pe suportul schelet 1 și introdus într-o carcasă din material plastic 5.

Electromagnetul 8 cu miezul de fier 6 este introdus într-o cutie cilindrică 9 închisă la un capăt de armătura basculantă 7. Această armă-

tură este legată prin înfășurarea electromagnetului de polul pozitiv al bateriei și este prevăzută la capăt cu un contact de argint 10. Celălalt contact 12, legat la polul negativ, este montat pe caseta 11. În interiorul casei de dimensiuni mari este montat arcul motor 13.

În timpul funcționării ceasornicului caseta se rotește în direcția săgeții pînă cînd atinge contactul 10. Circuitul electric fiind închis, armă-

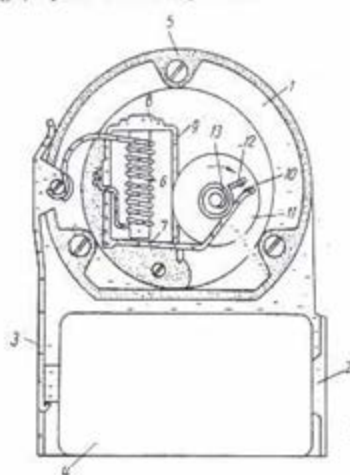


Fig. 297. Ceasornic cu baterie și electromagnet.

tura 7 va fi atrasă și ea împinge caseta înapoi înfășurînd arcul motor. Datorită inerției casei, acesta se rotește mai departe întrerupînd contactul. Armătura 7 nemaifiind atrasă, cade sub greutatea proprie.

La acest ceasornic contactul se realizează într-un singur punct, dar în timpul rotirii cele două contacte alunecă puțin. Forța de apăsare a contactelor este realizată de forța electromagnetului și a arcului motor. Întreruperea contactelor se realizează brusc. Durata armării este de 1/20 s și se repetă la 2—3 min. În timpul armării, mecanismul nu transmite energia regulatorului, dar nu se produc perturbări în funcționare deoarece timpul de armare este foarte scurt. Frecvența armărilor fiind mare, forța arcului motor este practic constantă. La început, cînd bateria este nouă, frecvența este mai redusă. Pe măsură ce bateria slăbește frecvența crește deoarece unghiul de rotație imprimat casei se reduce. La fiecare armare se aude un mic sunet; cînd frecvența acestor sunete crește, bateria trebuie înlocuită.

b. Armarea cu curent alternativ. Pentru armarea ceasornicelor cu electromagnet se poate folosi și curentul alternativ, care are în general tensiuni mai ridicate (uneori tensiunea rețelei).

Un dispozitiv de armare cu curent alternativ este reprezentat în figura 298, la care contactorul este un întrerupător cu mercur.

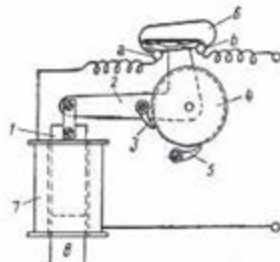


Fig. 298. Dispozitiv de armare cu braț basculant.

Pe măsură ce ceasornicul merge, armătura 8, din fier trage sub greutatea proprie brațul 2 în jos. Legătura între armătură și braț se realizează cu o tijă 1 din material nemagnetic. Clichetul 3 fixat pe braț rotește roata 4, iar întrerupătorul 6 cu contactele a și b se înclină pînă cînd mercurul atinge contactul a. În acest moment prin bobina 7 circulă un curent și armătura 8 este trasă în sus (în interiorul bobinei), clichetul 3 alunecă peste dinți și întrerupătorul se înclină înapoi pînă cînd mercurul părăsește contactul a cînd se întrerupe curentul.

Acest dispozitiv se numește dispozitiv de armare cu braț basculant.

Un alt dispozitiv frecvent utilizat este reprezentat în figura 299, a. Se compune din două bobine 1 și 2 montate pe un miez 3 format din tole în formă de potcoavă. Cele două bobine sînt legate în serie prin intermediul contactorului format din știftul 13 și brațul 11. Știftul 13 este montat pe clichetul 6, care este apăsător de arcul 7, ambele montate pe armătura mobilă 4. Asupra roții de clichet 5 care transmite mișcarea la arcul motor mai acționează clichetul 9 cu arcul său 10. Brațul 11 apăsător de arcul 12, este montat pe același bolț cu clichetul 9 și se poate sprijini pe acesta cu tamponul 14.

În timpul funcționării ceasornicului, armătura 4 se rotește în sensul săgeții, fiind trasă de arcul elicoidal 8 pînă cînd clichetul 9 cade de pe virful dintelui. În acest moment brațul 11 cade pe știftul 13 și închide circuitul electric. Armătura mobilă se va roti în sensul invers celui indicat de săgeată pînă cînd clichetul 6 cade de pe virful dintelui (fig. 299, b). În acest moment circuitul electric se va întrerupe deoarece știftul 13 va cădea mai mult decît brațul 11, care se va tampona de clichetul 9.

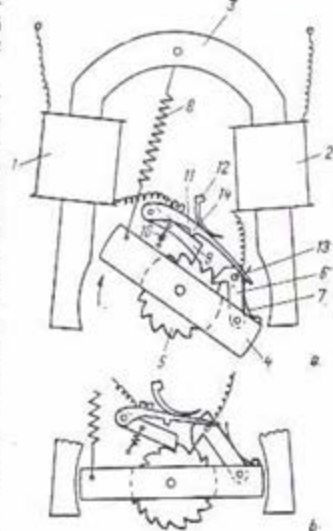


Fig. 299. Dispozitiv de armare cu electromagnet și armătură mobilă.

C. ARMAREA CEASORNICELOR CU MOTOR ELECTRIC

Armarea cu motor electric este folosită la foarte multe tipuri de ceasornice. Mecanismul de mers al ceasornicului, în timpul funcționării, închide într-o poziție determinată, un circuit electric cu ajutorul

unui contactor. În circuitul electric este intercalat un motoras care, printr-un angrenaj melcat, transmite mişcarea la arcul motor al ceasornicului. Într-o altă poziţie determinată, se întrerupe circuitul şi armarea încetează.

Armarea cu motoras are avantajul că şi în timpul armării se transmite energie la regulator, iar contactorul se uzează mai puţin deoarece frecvenţa armărilor este mai redusă decât în cazul armării cu electromagnet. De asemenea zgomotul produs este redus.

Dezavantajul sistemului este preţul de cost mai ridicat.

Pentru armare se folosesc fie motoare de curent continuu, alimentate în general de la baterii, fie motoare de curent alternativ alimentate de la reţea.

1. Armarea cu motor de curent continuu

Construcţia unui dispozitiv de armare des utilizat cu baterie şi motor de curent continuu este reprezentată în figura 300. Motorul 7 cu o turaţie de 2000 rot/min este închis într-o cutie. Axul său se termină cu un melc 8, care angrenează cu o roată melcată 4 din material plastic pentru reducerea frecărilor.

Deoarece angrenajul melc-roată melcată este ireversibil, la dispozitivele care folosesc acest angrenaj nu mai este necesar mecanismul cu clichet de pe axul motor.

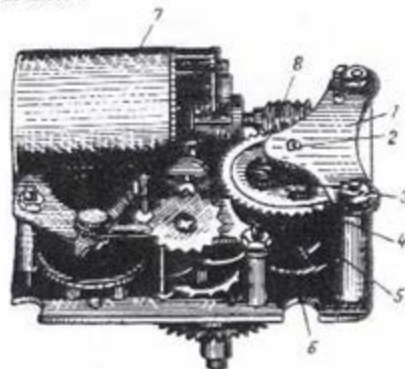


Fig. 300. Armare cu motor de curent continuu.

Dispozitivul de armare se compune din podul 1 în care este presat un lagăr 2 pentru axul motor. Pe ax sunt montate în ordine discul de comandă 3 care închide și deschide contactorul, roata melcată 4, arcul motor 5 și roata motoare 6. De remarcat că arcul motor este un arc eliocidal cilindric, care are avantajele că nu trebuie uns și că nu se produce frecări între spire; de aceea el se desfășoară lin fără salturi.

Frecvența armării la acest dispozitiv este din opt în opt minute, iar durata unei armări variază între 1 s când bateria este nouă și 2,5 s când bateria este uzată. Tensiunea bateriei este de 1,5 V.

Procesul armării este reprezentat în figura 301 și se desfășoară în felul următor.

La sfârșitul perioadei de desfășurare a arcului limba limitatoare 7 (fig. 301, a), care se rotește împreună cu roata motoare 6 în sensul in-

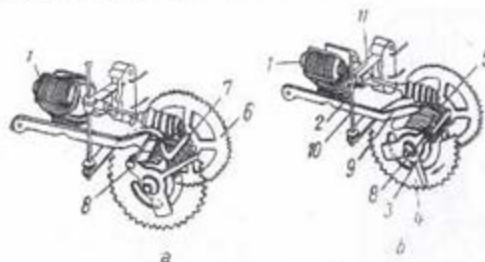


Fig. 301. Dispozitivul de armare cu motor.

dicat prin săgeată, atinge știftul 8 montat pe discul de comandă 3 și antrenează știftul până când iese de sub brațul declanșator 9 (fig. 301, b). Acesta cade și împreună cu el tija 10 și lamelele 11 vin în contact cu colectorul 2 și închid circuitul. Motorul 1 începe să se rotească și să antreneze roata melcată 4 în direcția săgeții. La început discul de comandă stă nemișcat, până când fundul canalului circular din roata melcată începe să antreneze știftul 8. Această mișcare va continua până când știftul intră sub brațul declanșator, îl ridică împreună cu perile și întrerupe circuitul. Motorul mai face câteva rotații și se oprește.

Dispozitivul de armare mai este prevăzut cu un mecanism care indică gradul de încărcare a bateriei în funcție de numărul de rotații ale motorului după întreruperea circuitului. Cu cât tensiunea bateriei este mai mare cu atât motorul va face mai multe rotații până la oprire după întreruperea curentului.

Un tip de ceasornic la care oprirea și pornirea motorului se fac în alt mod este reprezentat în figura 302, iar dispozitivul său de contact în figura 303. Motorasul 1 (fig. 302) care antrenează dispozitivul de armare are un rotor cu un joc axial de 0,8 mm. Axul rotorului este prevăzut la capăt cu un melc 2 care angrenează cu o roată melcată 3 pe al cărei ax sunt montate discul de declanșare 5, arcul motor și roata motoare.

Pornirea și oprirea motorului se fac prin deplasarea axială a rotorului astfel încât discul colectorului intră și iese de sub lamelele colectorare.

În poziția „pornit” asupra rotorului acționează forța magnetică a statorului care are un astfel de sens încât să mențină rotorul în poziția pornit. Tot în același sens acționează și forța arcului brațului declanșare.

tor 4, iar în sens contrar forța arcului motor, care se manifestă în angrenajul melcat.

În timpul desfășurării arcului motor roata melcată stă nemișcată, iar roata motoare prevăzută cu știftul declanșator 6 se rotește încet. La un moment dat știftul de declanșare atinge discul de comandă, respectiv limba îndoită 7 a acestuia (fig. 303) și antrenează discul pînă cînd unul

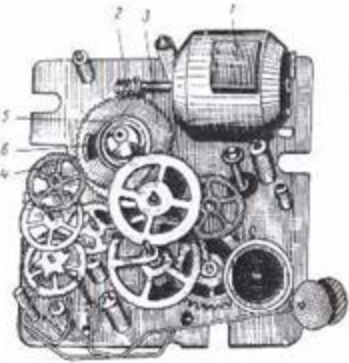


Fig. 302. Ceasornic armat cu motor de curent continuu.

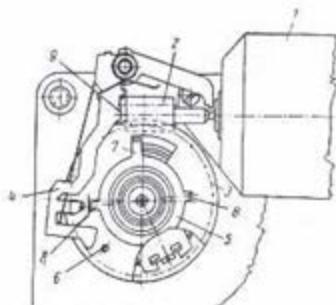


Fig. 303. Dispozitivul de contact.

din limitatoarele 8 ale discului alunecă sub brațul declanșator 4 și, cu ajutorul tamponului 9, împinge rotorul înăuntru. În acest moment motorul începe să funcționeze și forța magnetică care apare va acționa în sensul menținerii contactului. În timpul armării, discul de comandă se rotește foarte încet, antrenat fiind în continuare de roata motoare, în timp ce roata melcată se rotește mult mai repede. După o jumătate de rotație, roata melcată începe să antreneze discul de comandă și limitatorul 8 eliberează brațul declanșator, iar forța angrenajului melcat (determinată de tensiunea arcului motor) fiind mai mare decât forța de menținere magnetică deplasează rotorul și întrerupe contactul electric între lamelele și discul colectorului. Motorul se oprește.

2. Armarea cu motor de curent alternativ

Caracteristica tuturor sistemelor de armare cu motoare de curent continuu și cu electromagnet este contactorul care închide și deschide circuitul electric. Contactorul este organul cel mai sensibil al dispozitivelor electrice de armare și majoritatea defectelor în exploatare provin de aici. Dispozitivele fără contactoare sînt mai robuste, au siguranță mare în funcționare, dar au și dezavantajul foarte mare că nu se pot folosi decât în curent alternativ, fapt care le face inutilizabile în ceasornicele portabile.

Motorul de curent alternativ cel mai des utilizat este motorul cu disc de aluminiu și pol ecranat. Acesta are turația și momentul redus și funcționează fără zgomot. Datorită momentului mic produs de motor, între acesta și axul motor se interpune un reductor cu un raport mare de demultiplicare, realizat cu un angrenaj melc-roată melcată.

La ceasornicele mai puțin pretentioase nu se prevede un dispozitiv pentru limitarea armării. În acest caz cînd arcul motor este complet armat, discul motorului se oprește iar forța suplimentară transmisă de motor echipamentului nu influențează mersul.

Toate ceasornicele echipate cu motoare de curent alternativ se construiesc cu rezervă de mers, pentru ca o eventuală întrerupere de curent de cîteva ore să nu influențeze buna funcționare a ceasornicelor.

Ceasornicele foarte precise sînt prevăzute cu dispozitive pentru limitarea armării. Aceste dispozitive (de construcție foarte variată) decuplează mecanic motorul care continuă să se rotească în gol pînă cînd va fi din nou cuplat.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Cum se clasifică ceasornicele electrice?
2. Ce se înțelege prin ceasornic cu rezervă de mers?
3. Care sînt părțile principale ale dispozitivului de armare cu electromagnet?
4. Cum funcționează contactorul cu lamelă și furcă?
5. Cum funcționează dispozitivul de armare cu electromagnet alimentat de la o baterie?
6. Cum funcționează dispozitivul de armare cu braț basculant?
7. Care sînt avantajele dispozitivelor de armare cu motor electric?
8. Care dispozitive de armare nu au nevoie de contactor și de ce?

CAPITOLUL II

CEASORNICE ELECTRICE CU ACȚIONARE DIRECTĂ

La ceasornicele cu acționare directă, energie se transmite din exterior direct regulatorului.

Pentru ca regulatorul să funcționeze corect (să-și păstreze izocronismul) impulsurile de energie date regulatorului trebuie să rămînă constante ca mărime și frecvență, iar frînarea regulatorului datorită transmiterii mișcării la indicatoare trebuie să fie minimă.

Pentru a se respecta condiția de frecvență, impulsurile sint comandate chiar de regulator prin intermediul unui contactor sau al unui circuit electric cu transistoare.

La ceasornicele cu contactor, contactele sint elementele cele mai sensibile. Ele fiind comandate de regulator, forța de apăsare este foarte mică și de aceea nu este admisă oxidarea sau murdărirea contactelor. Frecvența intreruperilor fiind foarte mare (7200 intreruperi pe oră la un pendul de 1/2 s), nu este admisă nici apariția de scintile care ar deteriora repede contactele.

Datorită acestor factori, relativ puține sisteme au dat rezultate bune în exploatare.

A. MECANISME CU CONTACTOARE

1. Ceasornice cu pendul

În figura 304 s-a reprezentat schema unui ceasornic electric cu acțiune directă cu contactor.

Ceasornicul funcționează după următorul principiu: în momentul în care viteza pendulului este maximă el închide un contact electric iar electromagnetul îi va da un impuls corespunzător energiei pierdute în timpul unei oscilații.

Pendulul 1 cu tijă din invar este suspendat cu un arculeț ca și pendulul ceasornicelor mecanice. În loc de greutate pendulul este prevăzut cu un magnet permanent 2 cu secțiune circulară îndoit sub forma unui arc de cerc. Polul nord al magnetului poate intra în timpul oscilației în interiorul bobinei 4 fixată pe suportul 3. Impulsul se transmite pendulului cind acesta se mișcă de la dreapta spre stînga (bobina atrage magnetul). Împreună cu pendulul oscilează și antrenorul 5 care, la fiecare oscilație, va roti roata de clichet 6 cu un dinte. Această mișcare este transmisă mecanismului indicatoarelor. Roata de clichet mai are rolul de a comanda brațul 7 care se poate roti în jurul punctului 8 și pe care este fixat contactul de platină 9. Cind brațul 7 urcă panta dintelui roții de clichet, contactul 9 atinge lama 10 de aur și închide circuitul electric. Cind brațul cade de pe virful dintelui, contactul se intrerupe. Mecanismul este astfel reglat încît contactul să se închidă cu 1/10 s înainte de poziția de echilibru a pendulului și să rămînă închis 1/50 s. În restul perioadei pendulul oscilează liber.

Curentul electric pornește de la polul pozitiv al bateriei printr-un conductor izolat, ajunge la șurubul 11 și prin cele două contacte 10 și 9 la masa 3. Un capăt al bobinei este legat la masă, iar celălalt la polul negativ al bobinei.

Unele tipuri de ceasornice mai recente sint prevăzute cu o cutie metalică 12 asemănătoare ca formă cu bobina 4 (din motive de simetrie) în care intră polul sud al magnetului în timpul oscilației producînd un cîmp

magnetic variabil. Din această cauză în cutie apar curenți care vor fi cu atît mai mari cu cît elongația pendulului va fi mai mare. Curenții din cutie produc un cîmp magnetic care frînează pendulul menținînd astfel amplitudinea constantă.

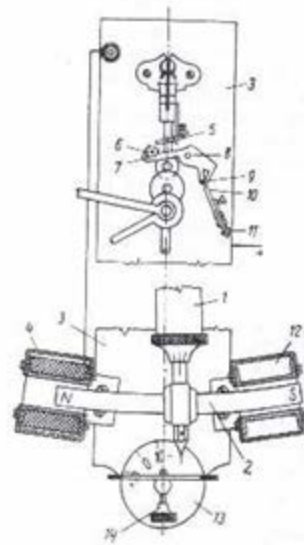


Fig. 304. Ceasornic cu pendul tip ancoră cu acționarea electrică a pendulului.

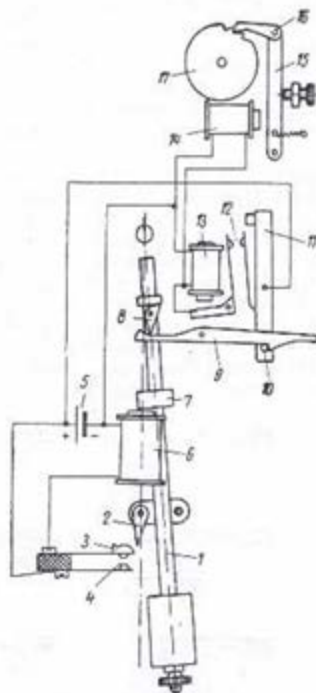


Fig. 305. Ceasornic cu pendul cu acționarea electrică a indicatoarelor.

La cele mai moderne ceasornice cu acest sistem se mai montează un disc magnetic 13 prin a cărui rotire se poate regla mersul între limitele ± 10 s/24 h. Diferențele mai mari se reglează prin înșurubarea greutății 1 de pe tijă pendulului. Șurubul 14 are rolul de a bloca pendulul în timpul transportului.

Un alt tip de ceasornic cu pendul este reprezentat în figura 305. La acesta, mișcarea de la pendul la mecanismul indicatoarelor se transmite pe cale electrică, și de aceea el poate fi folosit pentru a comanda mai multe ceasornice secundare.

Pendulul 1, suspendat în mod obișnuit, antrenează și pîrghia oscilantă 2.

În deplasarea sa de la dreapta spre stînga, dacă amplitudinea pendulului este suficient de mare, această pîrghie alunecă în ambele sensuri peste cama 3, montată pe un arc elastic. Dacă amplitudinea scade, pîrghia se agață de umărul camei, iar la întoarcerea pendulului ea apasă cama în jos, închizîndu-se contactul 4.

Fazele succesive de funcționare a unui astfel de contactor sînt reprezentate în figura 306. În această figură pîrghia oscilantă 2 este acționată de contactul mobil, iar brațul de comandă 1 este fixat de tija pendulului.

În momentul în care se închide circuitul electric, bobina 6 (v. fig. 305) fiind alimentată de acumulatorul 5, va respinge magnetul 7 montat pe tija pendulului. Cînd acumulatorul este încărcat, numai după 6—7 oscilații se închide circuitul. Cu cît tensiunea acumulatorului scade cu atît mai des se face contactul, iar cînd se ajunge ca la fiecare oscilație să se închidă contactul, acumulatorul trebuie încărcat.

Spre deosebire de ceasornicul descris anterior, antrenarea indicatoarelor se face prin intermediul curentului electric. În acest scop pe partea superioară a tijei pendulului este montată o limbă 8 care poate oscila numai într-un singur sens. Astfel cînd pendulul va oscila de la dreapta spre stînga ea va apăsa pîrghia 9, iar aceasta va elibera știftul

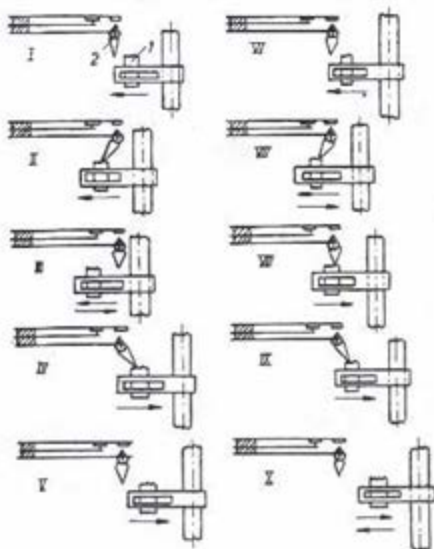


Fig. 306. Fazele de lucru ale contactorului.

10 montat pe brațul 11 care va cădea sub greutatea proprie și va închide contactul 12. Electromagnetul 13 va atrage armătura basculantă care va împinge brațul 11 înapoi și acesta se va zăvorî din nou cu știftul 10.

În paralel cu electromagnetul 13 este legat electromagnetul 14 care în momentul închiderii circuitului atrage armătura 15 pe care este montat clișetelul 16. Acesta rotește cu un dinte roata clișet 17 care este montată pe axul indicatorului secundar.

2. Ceasornice cu balansier

Ca și ceasornicele mecanice, ceasornicele electrice cu balansier au avantajul că sînt portabile și au dimensiuni mai mici.

În figura 307 s-a reprezentat un ceasornic cu acțiune directă cu balansier. Se compune dintr-un electromagnet 1 în al cărui întrefier se poate roti rotorul de fier 3, montat rigid pe axul regulatorului 4. Pe același ax sînt montate roata oscilatoare 5 și arcul spiral 6 care împreună formează sistemul de oscilație al regulatorului, etalonat pentru o frecvență bine determinată.

Contactul electric se formează între arcul 7 (care este izolat de masă cu rondela 8 și legat la bobina 2 a electromagnetului) și planul inclinat 9, montat pe axul regulatorului și legat de polul pozitiv al bateriei.

Contactul 9 este înclinat la 45° și cînd ajunge în dreptul arcului 7 îl apasă în jos asigurînd astfel presiunea de contact. Cît timp contactul este închis, electromagnetul va da rotorului un impuls de energie. Regulatorul rotîndu-se mai departe, arcul ajunge la capătul planului inclinat și scapă

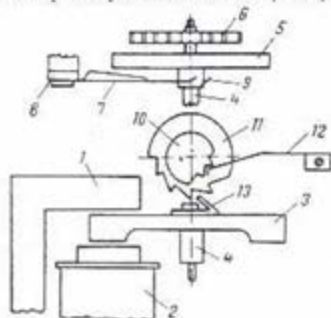


Fig. 307. Ceasornic cu balansier și contact.

ridicîndu-se și, prin aceasta, intrerupe circuitul electric. La întoarcere, planul inclinat va atinge puțin arcul 7 pe care îl va împinge în sus cu partea sa superioară, izolată.

Mecanismul indicatoarelor este antrenat printr-un ax de transmisie pe care sînt montate roata de clișet 11 și roata de poziționare 10, poziționată de arcul 12. La fiecare oscilație a regulatorului, într-un sens, arcul 13 antrenează roata de clișet, iar în sens contrar el se îndoaie trecînd peste dinți.

B. MECANISME FĂRĂ CONTACTOARE (CU TRANZISTOARE)

Mecanismele cu tranzistoare elimină contactorul, organul cel mai sensibil al ceasornicelor electrice. Antrenarea indicatoarelor se face în același mod ca la mecanismele cu contactoare. Prin faptul că regulatorul nu mai comandă contactorul, frinarea acestuia va fi mult mai redusă, astfel încât o baterie poate alimenta ceasornicul timp de mai mulți ani. Forța necesară pentru antrenarea indicatoarelor este mai mică decât cea pentru comanda contactorului.

1. Ceasornice cu pendul

Principiul de funcționare a unui ceasornic cu pendul și tranzistor se poate urmări pe figura 308. Se folosește proprietatea de blocare a tranzistorului; astfel dacă baza (B) are un potențial pozitiv, prin circuitul emitor (E)-colector (C) nu va trece curent. Această situație corespunde cu cea a contactorului cu contactele îndepărtate. Dacă bazei i se aplică o tensiune negativă, prin circuitul emitor-colector va trece un curent corespunzător contactelor închise ale contactorului.

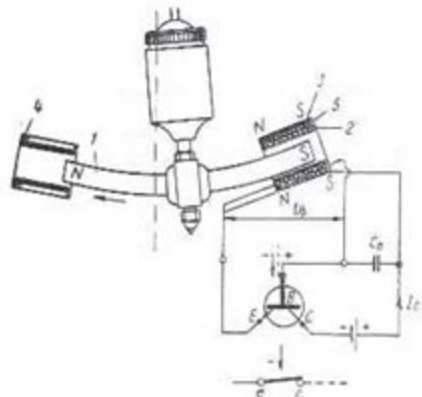


Fig. 308. Ceasornic cu pendul și tranzistor.

În serie cu emitorul și colectorul se leagă o baterie de alimentare și bobina de lucru 3. În circuitul bază-emitor se leagă bobina de comandă (excitație) 2. Cele două circuite sînt cuplate capacitiv prin condensatorul C_a .

La capătul tijei pendulului se montează un magnet permanent cu secțiunea circulară curbat după un arc de cerc. Cele două bobine 2 și 3 sînt așezate concentric și în interiorul lor poate intra polul sud al mag-

netului permanent 1. Dacă pendulul se deplasează spre dreapta, în bobina de comandă se induce o tensiune electromotoare care are o astfel de polaritate încît baza va fi încărcată pozitiv și tranzistorul rămîne blocat. Dacă pendulul se întoarce, polaritatea tensiunii electromotoare induse în bobina de comandă se schimbă, baza devine negativă, tranzistorul se deblochează și prin circuitul bobinei de lucru va trece un curent furnizat de baterie a cărui tensiune este amplificată de tranzistor. Cimpul magnetic creat de bobina de lucru va împinge pendulul spre stînga pînă cînd polul sud iese din bobină. Pe măsură ce magnetul iese, tensiunea indusă în bobina de comandă scade și, o dată cu ea, scade și negativarea bazei și curentul în bobina de lucru se întrerupe. Cu ajutorul condensatorului C_a tensiunea la bază se stabilește astfel ca atunci cînd bobina de comandă nu transmite un potențial negativ la bază, tranzistorul să fie blocat. Cînd pendulul se deplasează de la stînga spre dreapta blocajul devine și mai puternic.

Unghiul de oscilație al pendulului depinde de proprietățile tranzistorului (amplificarea tensiunii), de temperatura acestuia, de bobina de lucru și de magnetul permanent.

Prin dimensionarea corespunzătoare a acestor elemente, se poate ajunge la o precizie de ± 2 s/24 h.

Pentru uniformizarea oscilațiilor se montează bobina 4 și inelul conductor 5 pe bobina 3 în care se induc curenți care frînează oscilațiile mari.

Dezavantajul ceasornicelor cu tranzistoare constă în faptul că cimpurile magnetice puternice magnetizează piesele din fier ale ceasornicului necesitînd o reglare suplimentară în exploatare.

2. Ceasornice cu balansier

Principiul de funcționare este același cu cel descris la ceasornicele cu pendul.

Ceasornicele cu balansier și tranzistoare (fig. 309) se compun în general din următoarele părți principale:

- regulatorul, comandat de tranzistoare;
- blocul electronic;
- mecanismul de transmisie;
- sursa de energie electrică (baterie).

Regulatorul (fig. 310) se compune din două discuri de fier 1 și 2 pe care sînt montați doi magneti 3 și 4 de formă cilindrică. Cele două discuri sînt echilibrate cu două greutateți metalice nemagnetice 5 și 6 fixate prin nituri. Pe axul 8 al regulatorului se montează și arcul spiral 7. Masa regulatorului fiind relativ mare, frecvența lui de oscilație este redusă (120 oscilații pe minut).

Pentru a se reduce frecările în lagăre, axul regulatorului este montat în poziție verticală și așezat pe pietre (cu gaură și de acoperire) montate în șuruburile 11 și 12. Pentru a se reduce forța de apăsare pe lagărul inferior, se montează magnetul permanent 9, iar deasupra lui, pe ax, magnetul 10. Forța de respingere dintre acești magneti va anihila aproape complet greutatea regulatorului.

Pe partea inferioară a axului balansierului este montat discul de comandă 13 care transmite mișcarea de oscilație roții de cuplare 14 pe al cărei ax este montată roata clichet 16, asigurată de clichetul 15.

Blocul electronic (fig. 311) poate fi demontat separat, el formînd o unitate separată în ceasornic. El se compune din bobina de comandă 17,

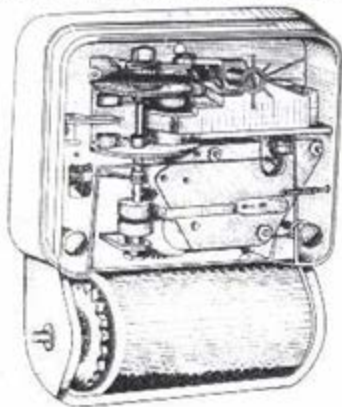


Fig. 309. Ceasornic cu balansier și tranzistor.

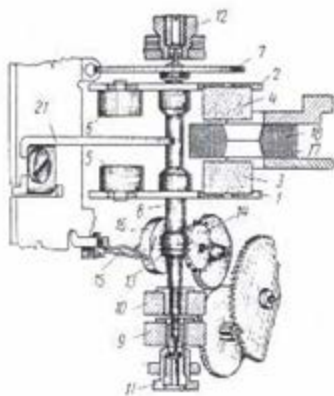


Fig. 310. Regulator.

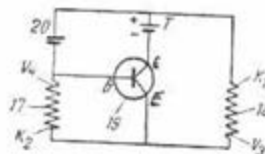
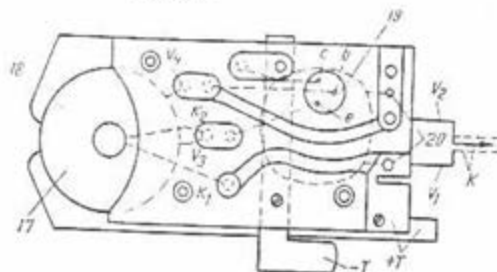


Fig. 311. Bloc electronic.

bobina de lucru 18, tranzistorul 19 și condensatorul 20. Toate aceste elemente, cu legăturile aferente, sînt montate pe o placă din material plastic sau textolit și acoperite cu un capac din material plastic transparent.

Magneții 3 și 4 (v. fig. 310) sînt astfel amplasați pe regulator încît atunci cînd acesta se află în stare de repaus el să fie chiar deasupra bobinelor.

Deschiderea și închiderea circuitului electric al bobinei de lucru de către tranzistor se face în același fel ca la ceasornicul cu pendul. Și în acest caz impulsul se transmite balansierului într-un singur sens, în sensul opus tranzistorului care este blocat și regulatorul oscilează liber.

Discul din aluminiu 21 este o frînă cu curenți turbionari, pentru stabilizarea amplitudinii oscilațiilor regulatorului.

Alimentarea ceasornicelor se face cu o baterie de 1,5 V. Cînd aceasta este nouă, discul de aluminiu se pune în poziția medie care asigură astfel un unghi de oscilație de 220° în ambele sensuri. După ce tensiunea bateriei scade și amplitudinea oscilațiilor se micșorează, discul se scoate puțin de sub regulator și oscilația revine la normal.

Reglarea mersului se face ca și la ceasornicele mecanice cu ajutorul compasului.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Ce se înțelege prin ceasornic cu acționare directă?
2. De cîte tipuri sînt ceasornicele cu acționare directă?
3. Care este principiul de funcționare al ceasornicului cu acționare directă cu pendul?
4. Care sînt părțile principale ale ceasornicului electric cu acționare directă cu balansier?
5. Care este principiul de funcționare al ceasornicelor cu tranzistor?
6. Cum se stabilizează amplitudinea de oscilație la ceasornicele cu acționare directă?

CAPITOLUL III

CEASORNICE SINCRONE

Ceasornicele sincrone sînt cele mai vechi ceasornice electrice. Ele au apărut cu aproximativ 50 de ani în urmă.

Ceasornicele sincrone se bazează pe principiul rotirii sincrone (cu frecvența curentului) a unui motoras de curent electric. Ele se compun dintr-un motor sincron și un mecanism de transmitere a mișcării la indicatoare.

Ceasornicele sincrone prezintă o serie de avantaje: se alimentează direct de la rețeaua de distribuție a energiei electrice, au preț de cost foarte scăzut, sunt robuste și au consum de energie foarte mic. Dar au și un dezavantaj foarte mare, că depind de frecvența curentului. Dacă aceasta nu rămâne constantă ceasornicele sincrone nu mai merg cu precizie.

După valoarea turației motorului sincron, se deosebesc:

- ceasornice sincrone cu turație mică;
- ceasornice sincrone cu turație mare.

Primele (200—400 rot/min) sunt mai răspândite deoarece au raportul de demultiplicare până la indicatoare mai mic și se pornesc mai ușor. Cele cu turație mare (3000 rot/min) se folosesc mai rar deoarece se uzează mai repede și au nevoie de multe trepte pentru reducerea turației. Se folosesc de obicei când se cer cadrane și indicatoare mari, deoarece prin raportul mare de demultiplicare momentul transmis indicatoarelor crește mult.

După felul în care se face pornirea motorului, se deosebesc trei tipuri de ceasornice sincrone:

- cu pornire manuală;
- cu autopornire;
- cu autopornire și rezervă de mers.

Toate tipurile pot fi echipate cu motoare cu turații mari sau mici. La rețelele electrice la care întreruperea curentului se produce rar iar durata întreruperilor este de câteva secunde se folosesc în condiții optime ceasornicele cu autopornire. La rețelele cu întreruperi rare de curent dar de durată mai mare (câteva minute), ceasornicele cu autopornire nu sunt corespunzătoare deoarece, după întreruperea curentului, ele trebuie reglate. În aceste rețele se folosesc ceasornice cu pornire manuală, care se opresc la întreruperea curentului.

În locurile unde curentul se întrerupe pe un timp îndelungat (câteva ore) sunt recomandate ceasornicele cu autopornire și cu rezervă de mers, care pot funcționa 8 h fără curent.

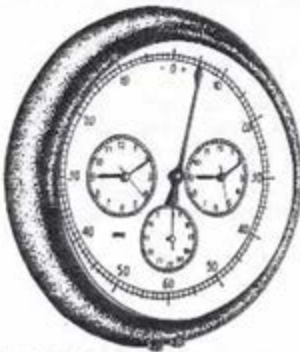


Fig. 312. Ceasornic pentru verificarea frecvenței.

Ceasornicele sincrone sunt ceasornice dependente, ele depinzând de frecvența curentului din rețea.

Pentru a se menține frecvența constantă, centralele electrice sunt prevăzute cu ceasornice pentru verificarea frecvenței. După ce se reglează dispozitivele de comandă care mențin automat constantă turația generatoarelor.

În figura 312 este reprezentat un astfel de ceasornic. Pe cadranul din stânga se poate citi timpul legal. Indicatoarele acestui cadran sunt comandate de un ceasornic cu pendul de mare precizie.

Pe cadranul din dreapta se poate citi timpul indicat de un ceasornic sincron care este acționat de energia electronică produsă de centrală. Între cele două este montat un mecanism diferențial care acționează indicatorul central. Acesta indică diferențele pe cadranul mare, divizat de la 0 la 60, spre stânga (—) și spre dreapta (+). Diferențele ce depășesc un minut se pot citi pe cadranul din jos (ca la cronografe). Dacă generatorul va funcționa cu turația precisă, indicatorul central va vibra în zona diviziunii „0”. Rectificarea preciziei se face periodic astfel încât ceasornicul sincron să meargă cât mai apropiat de ceasornicul etalon.

1. Ceasornice sincrone cu pornire manuală

La ceasornicele cu pornire manuală se folosește de obicei un motoras cu mai mulți poli (9—15 perechi), deoarece pornirea manuală a motorului cu doi poli ($n=3000$ rot/min) se realizează foarte greu. Pentru ca un motor sincron să pornească, el trebuie rotit până când turația lui ajunge la turația sincronă n_s ($n_s = \frac{60f}{p}$).

Schema unui motor sincron este reprezentată în figura 313. Motorul sincron este format din bobina statorului 1, miezul magnetic 2 din tole de oțel și rotorul 3.

O secțiune printr-un rotor este reprezentată în figura 314. Axul rotorului 1 face corp comun cu pinionul 2. Pe ax este fixat prin nituire rotorul 3. Roata volant 5 este montată pe ax cu frecare cu ajutorul inelului distanțier 4, arcului 6 și al rondellei presate 7.

Pentru pornire (lansare), motorul este prevăzut cu un dispozitiv care se manevrează din exteriorul carcasei (fig. 315). Acesta se compune

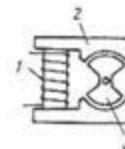


Fig. 313. Motor sincron.

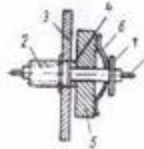


Fig. 314. Secțiune prin rotor.

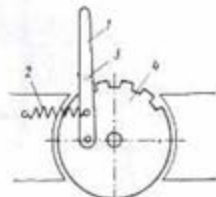


Fig. 315. Dispozitiv pentru pornirea motorului cu mai mulți poli.

dintr-o pîrghie 1, articulată excentric față de rotorul 4, și prevăzută cu un știft de antrenare 3 și cu un arc elicoidal 2. La pornire, pîrghia se trage spre dreapta și știftul intră între poliul rotorului. Când se eliberează pîrghia, arcul o trage brusc înapoi și știftul imprimă rotorului o anumită turație după care iese dintre poliul rotorului.

În figura 316 este reprezentat un ceasornic sincron cu pornire manuală.

2. Ceasornice sincrone cu autopornire

La ceasornicele sincrone cu autopornire se folosesc motoare cu turație mică și motoare cu turație mare.

a. **Motorul cu autopornire cu turație mică** (opt perechi de poli), reprezentat în figura 317, se compune din: carcasa 1, statorul cu poli 2 bobinele 4, rotorul 5, lagărul din textolit 6, un inel de ungere din pislă sau piele 7 și o bucsă de ghidare 3.

Spre deosebire de motoarele cu lansare, la motoarele sincrone cu autopornire rotorul este prevăzut cu poli din magneti permanenți. Acești poli se pot realiza în două feluri. Pe circumferința rotorului cilindric se practică niște locașuri în care se introduc magneti permanenți, alternativ cu polul N și polul S spre exterior. Acest mod de execuție al rotorului este costisitor. Mult mai economic este procedeul reprezentat în figura 318. Pe un magnet permanent puternic 3 se aplică la cele două capete armăturile din fier 1 și 2. Una dintre armături va fi polul N iar cealaltă polul S. Armăturile sunt prevăzute cu dinți îndoiți și ele sînt astfel montate pe magnetul permanent încît cei doi poli să alterneze.

Poli statorului sînt împărțiți în două părți dintre care una este ecranată cu o spiră în scurtcircuit. În acest caz se repetă fenomenele descrise la motoarele de curent alternativ, adică fluxul magnetic defazat în spațiu și timp din stator antrenează rotorul.

Ceasornicele cu autopornire au dezavantajul că nu sînt perfect sincrone, adică la pornire sau la suprasarcini motorul se poate roti și cu turații mai mici decît cea sincronă. Un rotor cu lansare în astfel de cazuri s-ar fi oprit.

Dacă suprasarcina (frînarea) este de scurtă durată motorul revine singur la turația sincronă și abaterile ceasornicului sînt neglijabile. Dacă există însă suprasarcini permanente (frecări mari permanente), ceasornicul va întârzia sistematic.

b. **Motorul cu autopornire cu turație mare** este reprezentat în figura 319. La acest tip, deoarece turația este foarte mare (3000 rot/min), întregul mecanism de reducere este montat într-o cutie cilindrică 1 umplută cu ulei. Acesta fiind tot un motor cu autopornire are rotorul constituit dintr-un magnet permanent cu doi poli și statorul are poli ecranati. O secțiune prin cutia 1 este reprezentată în figura 320. Partea cea mai solicitată este axul 1 pe care este montat rotorul. Acest ax este ghidat de două lagăre din textolit 2. Ungerea axului este asigurată de inelul de vată 4 îmbibat în ulei, despărțit de ax de către cilindru perforat 3. Roțile reductorului sînt montate între cele două schelete 5 din textolit. Axul 7 care face o rotație pe minut (ax secundar) este singurul care iese din cutie și este etanșat de inelele din pislă 6.

3. Ceasornice sincrone cu autopornire și rezervă de mers

La întreruperea curentului electric ceasornicele sincrone descrise în paragrafele precedente se opresc. Pentru eliminarea acestui inconvenient ceasornicele sincrone se prevăd cu un mecanism care îi asigură funcțio-

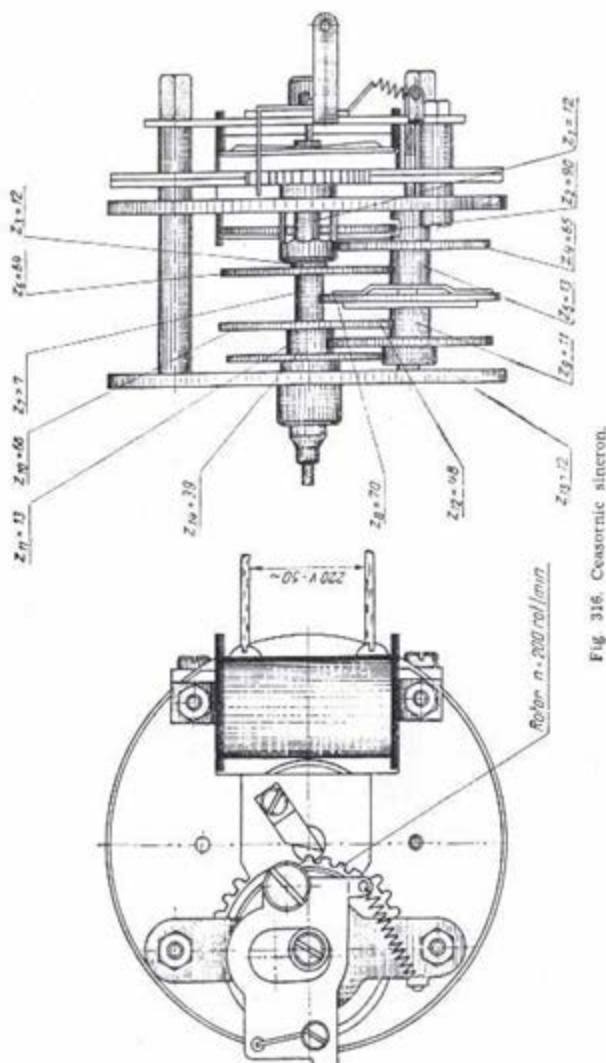


Fig. 316. Ceasornic sincron.

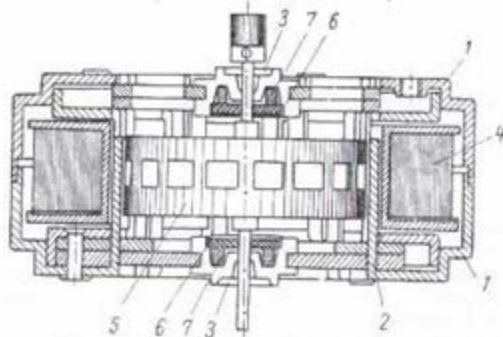


Fig. 317. Motor cu autopornire cu turație mică.

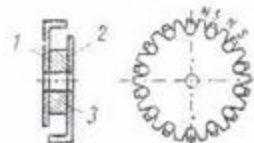


Fig. 318. Construcția rotorului.

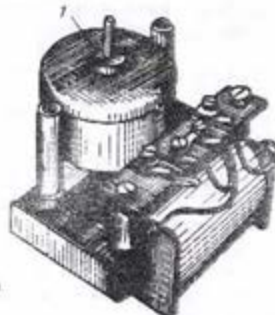


Fig. 319. Motor cu autopornire cu turație mare.

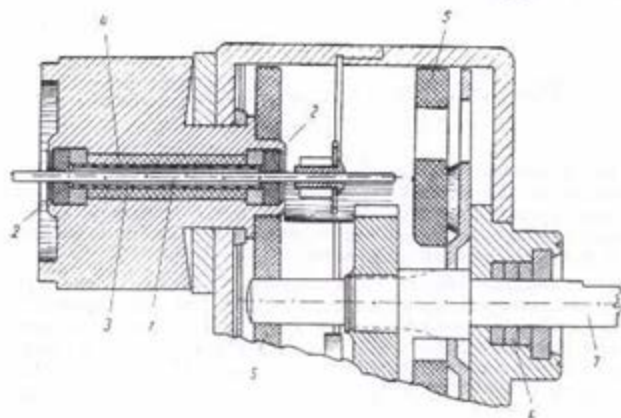


Fig. 320. Secțiune prin cutia motorului sincron cu autopornire.

narea și în perioada de întrerupere a curentului. Acest mecanism funcționează de obicei în paralel cu ceasornicul sincron, pentru că dacă ar sta cît timp este curent, uleiul din lagăre s-ar usca și mecanismul nu ar mai funcționa corect.

Ceasornicul cu rezervă de mers se compune din următoarele părți principale:

- motor sincron cu autopornire;
- mecanism de ceasornic cu balansier;
- mecanism de armare pentru ceasornicul cu balansier;
- mecanism de sincronizare.

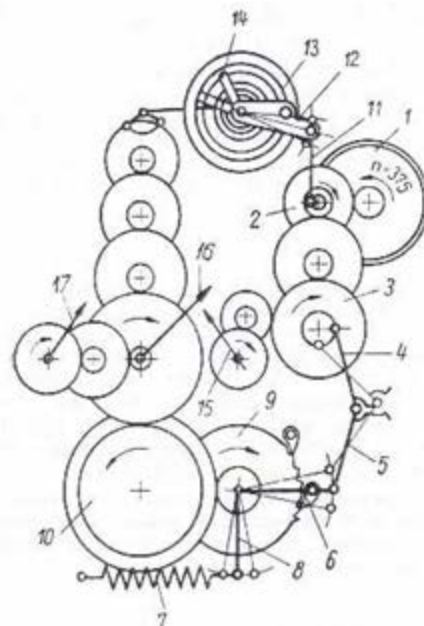


Fig. 321. Schema ceasornicului sincron cu rezervă de mers.

Motorul sincron cu 8 perechi de poli ($n_s = 375$ rot/min) antrenează indicatoarele și armează arc motor al mecanismului cu balansier. Mecanismul de ceasornic cu balansier este un ceasornic mecanic obișnuit, de precizie nu prea ridicată, deoarece el este sincronizat de motorul sincron.

Schema de principiu a ceasornicului sincron cu rezervă de mers este reprezentată în figura 321.

a. **Mecanismul de armare** se compune din motorul sincron 1 care antrenează o roată 2 din textolit (pentru reducerea zgomotului). Mișcarea este transmisă la roata 3, prevăzută cu un știft de antrenare excentric de care este articulat brațul 4. De brațul 4 este legat brațul oscilant 5 care oscilează numai într-o singură parte. De capătul brațului oscilant este legată prin articulație o pîrghie 8 pe care este montat clichetul 6 și care se poate roti în jurul axei roții de clichet 9. Această pîrghie este atrasă de arcul 7, care armează arcul motor montat în cassetă 10. Dacă motorul sincron se rotește, pîrghia 8 va începe să oscileze și împreună cu ea clichetul 6. În sus, clichetul este tras de motor care întinde arcul 7, iar în jos de acest arc care rotește roata 9 cu un dinte.

Raportul de armare este astfel calculat încît să fie cu 1/10 mai mare decît raportul de desfășurare al arcului motor. În acest fel, în orice moment s-ar întrerupe curentul, arcul motor va fi complet armat. Supra-armarea este împiedicată de articulația unilaterală dintre brațele 4 și 5. Cînd arcul este complet armat brațele 4 și 5 se îndoaie (după linia subțire din schemă), iar arcul 7 nu mai are suficientă forță pentru a roti roata clichet.

Arcul motor asigură o funcționare a ceasornicului pe o durată de 8 h.

b. **Mecanismul de sincronizare** asigură mecanismul de ceasornic să funcționeze în același ritm cu frecvența curentului electric. Roata 2 execută un număr de 133 rot/min, iar regulatorul ceasornicului este reglat la același număr de oscilații pe minut. Pe roata 2 este articulat excentric brațul de antrenare 11 care imprimă brațului oscilant 12 o mișcare de oscilație în jurul axului regulatorului. De brațul 12 sînt fixate capătul exterior al arcului spiral 13 și compasul de reglare 14; astfel, la fiecare rotație a roții 2 arcul spiral va executa o oscilație completă și acesta va imprima întregului regulator această frecvență.

Spre deosebire de indicatoarele orar 17 și minutar 16 indicatorul secundar 15 este antrenat de la mecanismul de armare astfel încît funcționează numai cînd ceasornicul este alimentat de curent. Oprirea lui indică întreruperea curentului.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care este principiul de funcționare al ceasornicelor sincrone?
2. Cum se clasifică ceasornicele sincrone?
3. Cum se menține constantă frecvența curentului în centralele electrice?
4. Cum se pornește ceasornicul sincron cu lansare?
5. Cum este construit rotorul motorului cu autopornire?
6. Cum se armează ceasornicele cu rezervă de mers?
7. Cum se face sincronizarea ceasornicului cu rezervă de mers?

CAPITOLUL IV

CEASORNICE ELECTRICE DE MINĂ

Ceasornicele electrice de mină sînt cele mai recente ceasornice apărute în exploatare. Ca principiu de funcționare ele nu diferă de ceasornicele electrice mari, dar din punct de vedere constructiv sînt mult diferite de acestea. Fiind la începutul evoluției lor, nu au atins încă finețea tehnică a celor mecanice, dar în ce privește precizia le-au depășit.

Ele au o serie de avantaje:

- nu trebuie armate;
- schimbarea bateriei făcîndu-se în ateliere specializate, ceasornicul va fi revizuit și curățat periodic;
- au puține piese în mișcare, deci uzură și posibilități de defectare reduse;
- au precizia ridicată, cele ieftine funcționează cu o toleranță de 1-4 s/24 h.

Desigur, ele au și dezavantaje care privesc mai mult atelierele de întreținere și mai puțin pe purtători. Astfel, pentru repararea și reglarea lor sînt necesare o serie de instrumente foarte precise și foarte scumpe, iar personalul acestor ateliere trebuie să fie de înaltă calificare.

Și la ceasornicele electrice de mină elementul cel mai sensibil este contactorul. La primele ceasornice s-au folosit contactoare cu arc, care încep să fie înlocuite cu contactoare cu roți, iar de cîrind se fabrică și ceasornice cu transistoare la care s-au eliminat contactoarele. După cum se observă, ceasornicele de mină au parcurs aceleași etape de dezvoltare ca și ceasornicele mari.

A. CEASORNICE CU CONTACTOARE CU ARC

Ceasornicele electrice de mină fac parte din categoria ceasornicelor cu acționare directă. Într-o poziție bine stabilită balansierul comandă un contactor care închide un circuit electric compus dintr-o baterie și un electromagnet. Cîmpul produs de electromagnet completează energia pierdută de balansier în timpul unei oscilații.

În afară condițiilor impuse contactoarelor ceasornicelor mari, la ceasornicele de mină apar condiții noi: lucrul mecanic necesar pentru închiderea contactelor trebuie să fie foarte mic, frecarea contactelor trebuie să fie minimă pentru a elimina uzura lor deoarece frecvența de închidere este foarte mare (9 000—10 800 contacte/h), dimensiunile contactorului trebuie să fie foarte mici și condiția cea mai importantă este ca la șocuri contactele să nu vibreze.

În cele patru tipuri de ceasornice care se vor prezenta s-a căutat să se satisfacă aceste condiții.

1) În figura 322 s-a reprezentat unul din primele tipuri de ceasornice electrice de mină. Alimentarea se face cu două baterii mici 1 (fig. 322, a) legate în paralel. Polul negativ al bateriei este legat la un capăt al bobinelor 3, iar celălalt capăt al bobinelor este legat la masă.

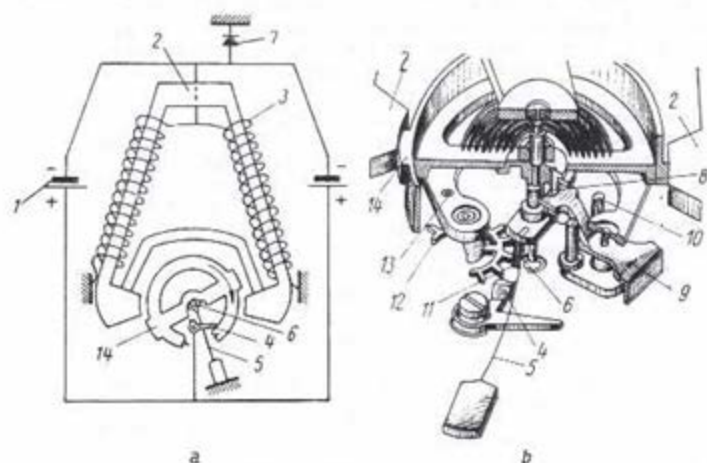


Fig. 322. Ceasornic electric de mină.

Polul pozitiv este legat de brațul contactor 4, iar celălalt contact, arc 5, este legat la masă. Astfel, prin atingerea arcului de brațul contactor circuitul electric se închide.

Arcul 5 este astfel montat încît în poziția de repaus a balansierului să nu facă contact cu brațul 4. El este comandat de cama 6 montată rigid pe axul balansierului, într-o astfel de poziție încît circuitul electric să se închidă cu puțin înainte ca ridicătura de pe obada roții oscilatoare 14 să ajungă în dreptul polului statorului 2.

Dacă balansierul oscilează în sensul indicat de săgeată, cama 6 atinge arcul 5 și îl îndoaie pînă cînd atinge brațul contactor. În acest moment circuitul se închide și electromagnetul 2 va da un impuls balansierului în direcția mișcării. Balansierul rotindu-se mai departe, arcul scapă de pe cama și revine la poziția de echilibru, întrerupe circuitul, după care balansierul oscilează liber.

La întoarcere, cama atinge pentru puțin timp arcul, îndepărtându-l și mai mult de brațul 4, după care oscilează liber.

Dioda 7 din germaniu are rolul de a împiedica formarea scintei la întreruperea contactului.

Cînd bateria este nouă unghiul de oscilație al balansierului este de 270°. Acest unghi rămîne constant deoarece sistemul de contact este cu autoreglare. Dacă amplitudinea scade, contactul rămîne mai mult timp închis și se transmite o energie mai mare balansierului.

În timpul exploatării, ceasornicul poate primi șocuri puternice care măresc foarte mult oscilațiile, ceea ce produce perturbări în buna funcționare. Pentru a se limita unghiul de oscilație, ceasornicul este prevăzut cu un dispozitiv compus din știftul 8, (fig. 322, b) furca 9 și limitatorul magnetic 10. Dacă amplitudinea de oscilație este prea mare, balansierul antrenează cu știftul 8 furca 9 care, fiind respinsă de limitatorul magnetic, frînează oscilațiile în ambele sensuri.

Oscilațiile balansierului sînt transmise la indicatoare prin intermediul știftului aplatizat 11 montat pe balansier și al roții dinate 12 (fig. 323). Știftul atinge un dinte al roții și îl împinge în poziția B după care își continuă drumul părăsind dintele. În acest moment magnetul de poziționare 13 rotește roata din oțel mai departe pînă cînd dintele ajunge în poziția C.

La reîntoarcere, știftul 11 atinge dintel următor din poziția A și îl rotește puțin înapoi după care îl părăsește, iar magnetul de poziționare rotește roata înainte ca dintele să ajungă din nou în poziția A.

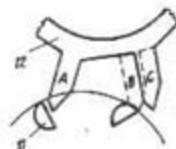


Fig. 323. Dispozitiv de transmitere a mișcării.

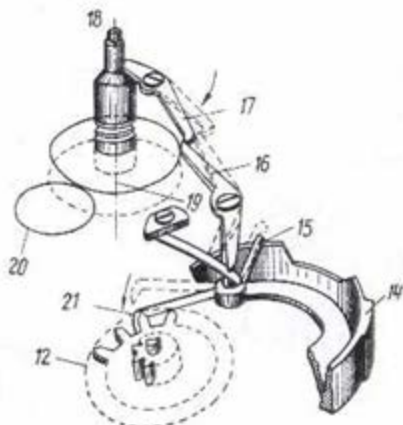


Fig. 324. Mecanismul de reglare a indicatoarelor.

La reglarea indicatorului, pentru a nu forța balansierul și sistemul de transmitere a mișcării, balansierul se blochează (fig. 324). Dacă axul 18 cu care se reglează indicatorul se trage afară, brațul 17, va aluneca pe o suprafață conică a axului și va bloca roata oscilatoare 14 prin inter-

mediul brațului de ridicare 16 și al arcului de frinare 15. În același timp brațul-ancoră 21 va bloca roata 12. Prin învîrtirea axului 18 roțile 19 și 20 reglează indicatoarele.

Pentru orientare se dau datele tehnice ale ceasornicului:

- alimentarea cu două baterii din oxid de mercur;
- tensiunea 1,35 V;
- două bobine cu câte 5 000 spire din sîrmă de cupru cu diametrul de 0,025 mm;
- diametrul roții oscilatoare 9 mm;
- numărul de oscilații pe oră 18 000;
- precizia ± 4 s/24 h.

2) Ceasornicul reprezentat în figura 325 nu are un electromagnet puternic, ci folosește magneti permanenți de dimensiuni mici. Și energia de funcționare va fi mai mică, și de aceea este alimentat numai de la o singură baterie. Circuitul magnetic (v. și fig. 326) se compune din magnetii permanenți 1, 2, și 3, coloanele 6 și plăcile inferioară 4 și superioară 5. Toate aceste elemente sînt executate din oțel. Roata oscilatoare

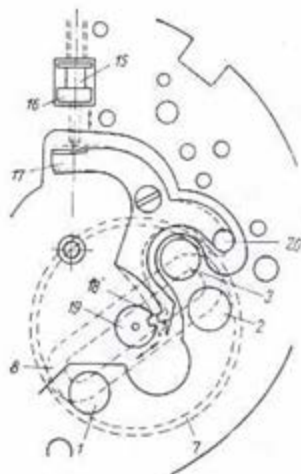


Fig. 325. Ceasornic de mîină cu magneti permanenți.

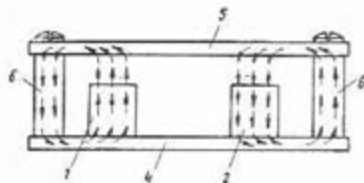


Fig. 326. Circuit magnetic.

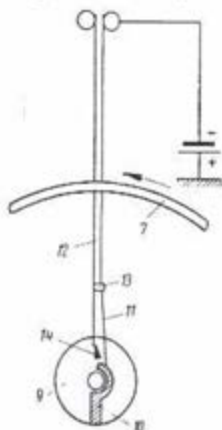


Fig. 327. Contactor.

7 este montată între magnetii permanenți și placa superioară. Pe roata oscilatoare din material nemagnetic este montată bobina 8 de formă ovală care, străbătută fiind de un curent electric, va produce un cîmp magnetic. Sensul curentului din bobină se alege astfel încît, în poziția de echilibru a roții oscilatoare, poli magnetici de același sens (ai bobinei și ai magnetului permanent) să fie față în față. Datorită așezării asimetrice a magnetilor permanenți, bobina va fi respinsă totdeauna în același sens.

Condiția ca ceasornicul să aibă o precizie cît mai mare este ca balansierul să oscileze cît mai mult liber. De aceea transmiterea impulsului trebuie să fie de scurtă durată. Transmiterea impulsului se face cu ajutorul unui contactor cu arc comandat de balansier.

Pe axul balansierului (fig. 327) este montat rigid discul de contact 9 care poartă paleta de impuls 14. Arcul de contact 11 este executat din aur și este comandat de arcul de cuplare 12 prin intermediul furcii 13. Contactul electric se realizează între arcul 11 și contactul 10 din platină. Arcurile sînt astfel montate încît în poziția de echilibru a roții oscilatoare 7, cele două contacte să fie la distanța de 0,2—0,3 mm.

Dacă roata oscilatoare se rotește în sensul indicat prin săgeată, paleta de impuls 14 va atinge arcul de cuplare 12 și îl va îndoi. Prin intermediul furcii 13 se va îndoi și arcul de contact 11 pînă cînd atinge contactul 10 și circuitul electric este închis. Roata oscilatoare va primi un impuls în sensul rotirii și paleta de impuls scapă arcul de cuplare care, împreună cu arcul de contact, vor reveni în poziția de repaus (nedeformate) intrerupînd circuitul electric. Balansierul va oscila liber. La întoarcere, paleta de impuls va împinge arcul 12 în sens opus, mărind și mai mult distanța între cele două contacte. Rezultă, deci, că impulsul se transmite numai într-o singură direcție.

Paleta de impuls mai are rolul de a transmite mișcarea spre indicatoare. Cînd roata oscilatoare se rotește în sensul săgeții, paleta împinge înainte de un dinte roata de cuplare. În sens invers nu se transmite mișcarea. Sistemul de transmitere a mișcării este identic cu cel descris în cazul precedent, cu singura deosebire că poziționarea roții nu se face cu un magnet permanent, ci cu un arc.

Mecanismul de reglare a indicatoarelor este reprezentat în figura 325. La tragerea axului de reglare 15 se cuplează roata 16 ca la ceasornicele mecanice. La reglare, balansierul ceasornicului trebuie să se oprească într-o anumită poziție astfel încît circuitul electric să rămînă deschis și ceasornicul să fie în stare să pornească din nou. Pentru aceasta mecanismul este prevăzut cu un braț de ridicare 17 care, la tragerea axului 15, va fi rotit de un arc pînă cînd gheara 18 atinge circumferința discului 19 montat pe axul balansierului. Discul rotindu-se într-o anumită poziție, gheara 18 va intra în degajarea discului 19 și totodată știftul 20 va atinge obada roții oscilatoare oprind-o. În această poziție ceasornicul poate să rămînă timp îndelungat fără ca mecanismul să aibă de suferit. În momentul apăsării axului 15, ceasornicul va porni imediat.

3) Ceasornicul reprezentat în figura 328 se aseamănă foarte mult cu cel descris anterior. Și el are doi magneti permanenți 1 și montați pe o placă de oțel 2. Ceea ce are deosebit este balansierul (fig. 329). Obada

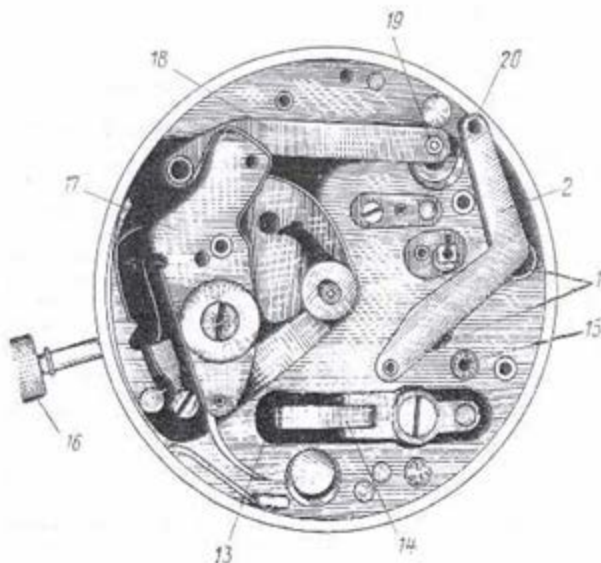


Fig. 328. Ceasornic de mină cu bobină excentrică.

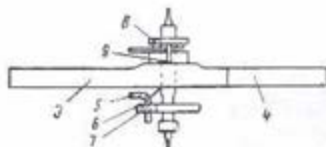


Fig. 329. Balansier.

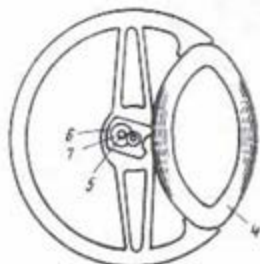
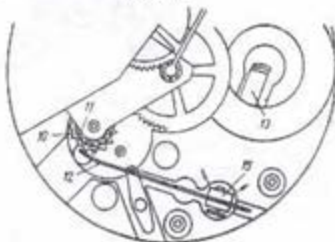


Fig. 330. Dispozitivul de transmitere a mișcării.



roții oscilatoare 3 este tăiată și, în locul respectiv, s-a montat o bobină de formă ovală. Unul dintre capetele bobinei este legat de balansier (masă), iar celălalt de știftul de contact 5. Știftul este montat într-o piatră cu gaură 7 care este presată în discul 6 montat pe axul balansierului. Știftul de contact din platină este izolat față de masă. Tot pe axul balansierului, însă de partea cealaltă a roții oscilatoare, se montează discul de limitare 8 și știftul de limitare 9.

Oscilațiile balansierului sint transmise de știftul de contact 5 la roata de antrenare 10 (fig. 330) pe al cărei ax este montat un pinion care transmite mișcarea la indicatoare.

La acest tip de ceasornice roata de antrenare 10 asigurând și contactul electric, este executată dintr-un aliaj de metale prețioase. Ea se poziționează cu ajutorul magnetului permanent 20. Pentru ca acest lucru să fie posibil, pe roata 10 se montează o altă roată de poziționare 11 de fier.

La fiecare oscilație a balansierului roata de antrenare înaintează cu un dinte în modul arătat la primele două tipuri de ceasornice.

Contactul electric se realizează prin atingerea virfurilor dinților roții de arc 12 din metal prețios. În poziția de repaus a roții de antrenare, între virful dintelui și arcul 12 este o mică distanță, deci circuitul este deschis. Cind roata de antrenare este antrenată de balansier, dintele de lângă arcul 12 se ridică puțin și îl atinge, închizând circuitul electric care cuprinde polul negativ al bateriei 13, contactorul 14, contactul fix 15, arcul de contact 12, roata de antrenare 10, știftul de contact 5, bobina 4, masa și polul pozitiv al bateriei.

Prin închiderea circuitului, balansierul va primi un impuls. Roata de antrenare rotindu-se, dintele părăsește capătul arcului și circuitul se întrerupe. Ceasornicul trebuie astfel reglat încât impulsul să fie transmis cind balansierul se află în poziție de echilibru. La întoarcerea balansierului, roata de antrenare va fi puțin mișcată fără să se facă contactul electric. Deci și în acest caz impulsul se transmite numai într-o singură direcție.

La bateria nouă, amplitudinea de oscilație este de 250°. Dacă aceasta crește datorită unor șocuri exterioare, intră în funcțiune limitatorul, adică știftul de limitare va atinge podul magnetic superior.

Pentru reglarea indicatoarelor se trage coroana 16; atunci roata de cuplare montată de brațul oscilant 17 va cupla angrenajul indicatoarelor. În același timp se eliberează brațul 18 care va fi rotit de un arc astfel încât paleta cilindrică 19 montată pe capătul lui să intre între dinții roții de cuplare. Astfel balansierul se va opri totdeauna în poziția în care circuitul este deschis.

După apăsarea coroanei, ceasornicul va porni imediat.

4) La ceasornicul prezentat în figura 331 se folosește tot interacțiunea între un magnet permanent și un cîmp magnetic creat de o bobină. Spre deosebire de cele descrise, acest ceasornic este mai simplu. Regulatorul nu mai este un balansier clasic, ci pe axul regulatorului s-a montat un braț de care este legată la un capăt bobina 2, iar la celălalt capăt, pentru echilibrare, o greutate 1. Acest sistem, împreună cu arcul spiral 3, formează regulatorul.

În brațul regulatorului este montat un știft semicilindric din aliaj de aur+argint+paladiu. În discul 5, montat pe axul regulatorului, este presat tot un știft semicilindric de piatră 6, lipit de primul cu fața plană, pentru izolare. Celălalt contact se compune din contactul 7 montat pe arcul 8 și dispozitivul de conducere 9. Acest contact este izolat de restul ceasornicului și este legat de polul negativ al bateriei.

Dacă regulatorul va oscila în direcția săgeții, știftul 4 va atinge contactul 7 și va închide circuitul electric.

Mecanismul indicator este acționat de știftul 10 care la fiecare oscilație împinge roata de antrenare 11, de fier, cu un dinte. Această roată are 18 dinți, iar pinionul 12 de pe axul roții 6 dinți. Regulatorul făcând trei oscilații pe secundă rezultă că pinionul se va roti cu un dinte pe secundă; aceasta antrenează roata 13 tot cu un dinte pe secundă. Pinionul 12 și roata secundară 13 cu 60 dinți au dinții de o formă specială. Această formă a dinților face ca roata secundară să se rotească $1/3$ iar restul de $2/3$ să stea nemișcată. Poziționarea roții secundare se face cu pîrghia 14, în care este montată o paletă și care este împinsă spre roată de arcul 15.

Fig. 331. Ceasornic electric de mînă fără roată oscilatoare.

Acest mod de transmitere a mișcării prezintă avantajul că indicatorul secundar nu vibrează la întoarcerea balansierului (cînd nu se produce antrenarea). La ceasornicele descrise anterior roata de antrenare era rotită puțin înapoi la întoarcerea balansierului, mișcare ce era transmisă indicatorului secundar. Și în acest caz, roata de antrenare se rotește puțin înapoi, dar aceasta nu mai influențează indicatoarele.

Poziția roții de antrenare este asigurată de magnetul permanent 16. Pe axul regulatorului este montată pîrghia 17 prevăzută cu un știft care antrenează furca 18 care este ținută în poziția medie de magnetii permanenți 19. Cînd oscilațiile devin prea mari datorită unor șocuri exterioare, știftul lovește furca în exteriorul creștăturii și o scoate din poziția medie, cheltuiind pentru aceasta o energie. Astfel amplitudinea de oscilație va scădea.

Pe greutatea 1 a regulatorului este montat un știft 20 care fixează regulatorul într-o anumită poziție în timpul reglării indicatoarelor. Această fixare se face prin tragerea coroanei de reglare. La acest ceasornic și indicatorul secundar poate fi reglat. La apăsarea coroanei, ceasornicul pornește.

B. CEASORNICE CU CONTACTOARE CU ROȚI

Contactoarele cu arc sînt foarte sensibile și sînt foarte greu de reglat în condiții de atelier. Arcul trebuie să fie suficient de tensionat ca să poată închide contactul, dar această tensionare nu trebuie să fie prea mare ca să frîneze balansierul în oscilația sa.

Un alt dezavantaj al arcului este acela că la întreruperea contactorului arcul vibrează, fapt care poate duce uneori la contacte suplimentare nedorite. Problema cea mai dificilă este reglarea arcului la reparare sau întreținere în așa fel încît să închidă contactul la timpul potrivit.

Din aceste motive unele fabrici constructoare au eliminat arcul din construcția ceasornicului. În locul lui au introdus o roată de contact care nu poate fi reglată, dar nici nu este necesar să fie reglată la întreținere.

Ceasornicele cu roți de contact sînt asemănătoare cu cele cu arcuri de contact.

Bobina 1 este montată pe balansier prin intermediul suporturilor 2 (fig. 332). Pentru echilibrare, balansierul este prevăzut cu contragreutățile 3 și 4 din materiale nemagnetice; în timpul oscilației bobina se deplasează deasupra unor magneti permanenți care nu s-au reprezentat în figură.

Pe axul balansierului este montat discul de ridicare 5 pe care sînt fixate știftul semicilindric de aur 6 și lipit de acesta știftul semicilindric de piatră 7 (fig. 333). Cele două știfturi formează, împreună, un cilindru care pe o parte este conductor, iar pe cealaltă parte izolator. Acest știft compus comandă roata de contact.

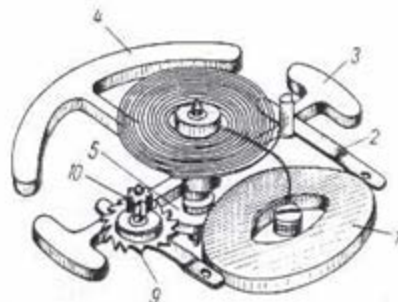


Fig. 332. Ceasornic cu contactor tip roată.

Roata este compusă din patru părți: roata de contact 8 (de platină), roata de antrenare 9 (de fier), pinionul de transmisie 10 și o bucă care izolează cele două roți între ele.

Circuitul electric se închide prin următoarele elemente (fig. 334), polul bateriei 11, conductorul 12, discul acoperitor 13 pe care se sprijină

limitatorul 6 montat pe capătul unui cristal piezoelectric 7 (cristalul piezoelectric de obicei din cuarț produce o tensiune electromotoare atunci când este supus la deformări mecanice). Acest mecanism are însă dezavantajul că nu pornește singur.

Dacă pe roata oscilatoare 1 se montează o bobină 2 (fig. 337) alimentată prin două arcuri spirale, iar sub roata oscilatoare bobina 3 și

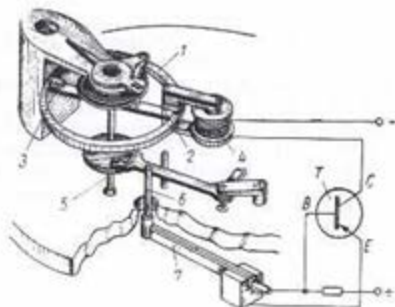


Fig. 336. Comanda tranzistorului cu cristal piezoelectric.

doi magneti permanenți 4, balansierul pornește singur. Prin bobina 2 legată în circuitul unei surse de energie și al unui tranzistor se trece un mic curent, chiar atunci când tranzistorul este blocat creindu-se astfel un cimp magnetic foarte slab, dar suficient ca să rotească puțin balansierul. Datorită acestei rotiri, se induce o tensiune electromotoare în bo-

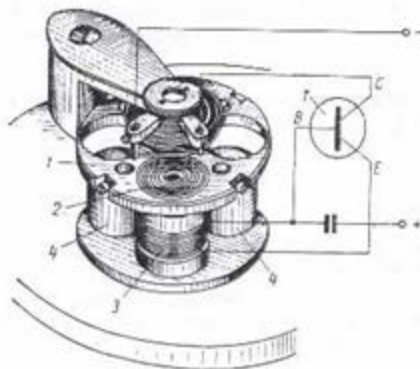


Fig. 337. Regulator cu autopornire.

bina de comandă 3 care deblochează tranzistorul iar curentul ce trece prin bobina de lucru 2 va crește. O dată cu creșterea elongației de oscilație a balansierului, bobina de comandă iese de sub influența bobinei de lucru și tranzistorul se blochează. La întoarcere, tensiunea indusă în bobina de comandă are polaritatea schimbată și blochează tranzistorul și mai mult. Din cele arătate, rezultă că acest sistem este cu autoreglare.

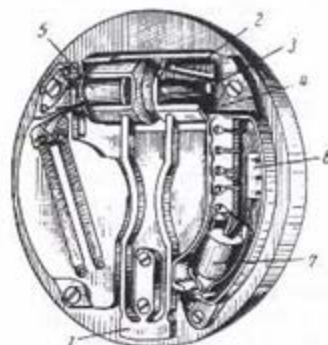


Fig. 338. Ceasornic de mână cu diapazon.

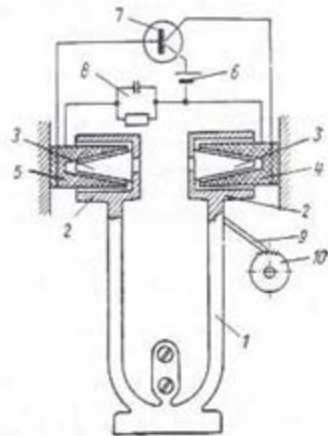


Fig. 339. Principiul de funcționare al ceasornicului de mână cu diapazon.

Un alt tip de ceasornic de mână cu tranzistor, care diferă mult de cele clasice, este reprezentat în figura 338, iar schema de principiu în figura 339. La acest ceasornic balansierul este înlocuit cu un diapazon. Diapazonul, după cum se știe din fizică, este executat în formă de „U”, dintr-un material cu elasticitate mare.

Frecvența de oscilație (numărul de vibrații pe secundă) a diapazonului este determinată de caracteristica materialului, cât și de dimensiunile lui și nu poate fi modificată prin variația elongației. În felul acesta, frecvența de oscilație a diapazonului nu va fi influențată de forța de acționare din ceasornic, de șocurile exterioare sau de poziția de funcționare. Diapazonul se execută din invar (cu coeficientul de dilatare liniară foarte mic 0,0000011 m/grd) astfel încât temperatura are o influență neglijabilă.

Vibrația diapazonului producându-se prin schimbarea elastică a formei, nu cauzează pierderi prin frecare. În consecință nu se produc uzuri și deci nu este necesară ungerea. Pierderea energiei diapazonului apare datorită frecărilor cu aerul și a mișcărilor structurale ale materialului.

Aceste pierderi fiind mult mai reduse decât în cazul balansierului, și energia necesară pentru acționare va fi mult mai mică. Mecanismul de transmisie este compus din numai câteva roți pentru a căror antrenare este necesară o energie foarte mică.

Folosirea diapazonului mărește însă foarte mult prețul de cost al ceasornicelor. Pentru fabricarea lor sînt necesare uneelte extrem de precise. În condițiile atelierelor de reparații, în prezent nedotate cu astfel de uneelte, nu se pot executa reparații la acest mecanism.

Pentru exemplificare: roata de clichet care este acționată de un clichet legat de diapazon are diametrul de 2,5 mm, grosimea de 0,038 mm, iar pe circumferința roții sînt frezați un număr de 360 dinți. Ea este executată dintr-un aliaj special de alamă cu beriliu.

Principiul de funcționare al ceasornicului cu diapazon este asemănător cu cel al ceasornicelor descrise anterior.

În centrul mecanismului este montat diapazonul 1 care are o lungime de 25 mm, cu frecvența vibrațiilor de 360 vibrații/s. La ambele capete 2 ale diapazonului este montat câte un capac de oțel moale, iar în interiorul lor câte un magnet de formă tronconică 3. În locul dintre magnet și capac se montează bobina de comandă 4 și bobina de lucru 5. Ambele bobine sînt fixe (legate de scheletul mecanismului) și sînt legate în circuitul bateriei 6, al tranzistorului 7 și al compensatorului de fază 8 (cu rezistență și capacitate).

O dată cu diapazonul, vibrează și cîmpul magnetic, care induce în bobina de comandă o tensiune electromotoare ce comandă tranzistorul. Cînd tranzistorul este deschis, curentul trece prin bobina de lucru 5 și se transmite diapazonului un impuls magnetic care compensează energia pierdută în timpul unei vibrații. Transmiterea impulsului se face numai într-o singură direcție, în direcția opusă tranzistorului fiind blocat.

Vibrațiile diapazonului sînt folosite pentru antrenarea sistemului de roți dințate. Pentru aceasta, pe unul din brațele diapazonului este montat clichetul 9 care antrenează roata de clichet 10. La fiecare vibrație roata clichet va fi rotită cu un dinte. Această roată mai este prevăzută cu un contraclichet ca să nu poată reveni.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care sînt avantajele ceasornicelor electrice de mîină?
2. Care sînt principalele tipuri de ceasornice electrice de mîină?
3. Care este principiul de funcționare al ceasornicelor cu contactor cu arc?
4. Care sînt dezavantajele contactoarelor cu arc?
5. Cum funcționează ceasornicele echipate cu contactoare cu roți?
6. Cum se face reglarea amplitudinii de oscilație la ceasornicele cu contactoare?
7. Cum funcționează ceasornicele de mîină cu tranzistoare?
8. Care sînt avantajele ceasornicelor cu diapazon?

CAPITOLUL V

INSTALAȚII DE CEASORNICE

Pentru orientarea atît a personalului de deservire a transportului în comun interurban și urban cit și a cetățenilor, în gări și în orașe este nevoie ca ora exactă să fie indicată simultan în cit mai multe locuri. De asemenea în întreprinderile mari, buna desfășurare a procesului de producție impune ca ora exactă să fie indicată în toate secțiile și atelierelor întreprinderii, precum și în birourile administrative.

Pentru indicarea orei exacte în cazurile arătate mai sus și în multe altele se folosesc instalații de ceasornice electrice comandate dintr-un punct central. O astfel de instalație cuprinde un ceasornic principal care comandă o serie de ceasornice secundare.

A. CEASORNICE PRINCIPALE

Ceasornicul principal, denumit uneori și ceas primar, ceas pilot sau ceas mamă, este un dispozitiv care emite la intervale regulate de timp impulsuri de curent; impulsurile sînt transmise printr-o rețea electrică mai multor ceasornice comandate, numite ceasornice secundare. La un ceasornic principal se pot racorda un număr de 40—50 ceasornice secundare.

Ceasornicele principale sînt în general ceasornice cu pendul și pot fi acționate mecanic sau electric. Ele se compun din următoarele părți principale:

- pendulul;
- dispozitivul de transmitere a mișcării de la pendul la cadranul ceasornicului principal;
- contactorul.

1. Pendulul

Pendulul ceasornicelor principale poate fi acționat electric direct, indirect (armare electrică) sau mecanic.

La unele tipuri de ceasornice principale pendulul este acționat mecanic. La acestea, mecanismul de ceasornic propriu-zis este acționat printr-o greutate care acționează și asupra pendulului. Greutatea trebuie ridicată la fiecare opt zile. Foarte rar se folosește arcul deoarece are dezavantajul că forța de antrenare scade cu timpul, pe măsură ce arcul se desfășoară.

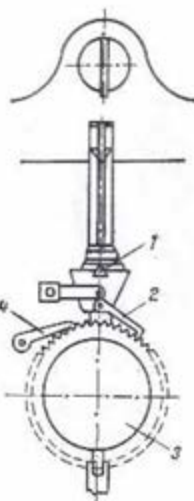


Fig. 340. Dispozitiv de transmitere a mișcării.

Aproape în toate cazurile ceasornicele principale au perioada oscilațiilor de o secundă, lungimea pendulului fiind de 994 mm și foarte rar de 3/4 s.

Precizia ceasornicelor principale este foarte ridicată, eroarea lor fiind de numai 0,5—1,5 s/24 h.

Alimentarea se face cu curent continuu de obicei la 24 V (dar poate fi 6—60 V).

2. Dispozitivul de transmitere a mișcării la indicatoare

În figura 340 este reprezentat un dispozitiv de transmitere a mișcării la indicatoarele ceasornicului principal frecvent utilizat. Ancora primește o mișcare oscilatorie de la pendul prin intermediul cheii 1 și mișcă periodic clichetul 2 care, la rândul său rotește roata de clichet 3 dinte din dreapta. Clichetul 4 a fost introdus pentru reținere. Mișcarea roții de clichet 3 se transmite apoi printr-un sistem de roți dințate celor două indicatoare ale ceasornicului.

3. Contactorul

Piesa cea mai importantă a ceasornicului principal este contactorul care are rolul de a transmite impulsuri în rețeaua ceasornicelor secundare. Impulsurile pot fi transmise din minut în minut, din jumătate în jumătate de minut sau chiar din secundă în secundă.

În unele cazuri este necesar ca ceasornicele principale să fie combinate cu dispozitive de semnalizare care să dea anumite semnale cum au fi cele de începere, de încetare și de reluare a lucrului. În vederea semnalizării, se folosesc discuri contactoare în care se însurubează la intervale dorite știfturi de contact. La ora cerută pentru semnalizare, prin aceste știfturi se închid circuitele de semnalizare respective, sonerile sau sirenele intrând în funcțiune.

Figura 341 reprezintă schema unei rețele de ceasornice secundare montate în paralel, alimentate prin intermediul contactorului unui ceasornic principal.

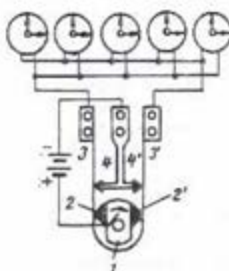


Fig. 341. Alimentarea ceasornicelor secundare prin contactor.

Piesele componente ale contactorului sînt: discul excentric de contact 1, piesele izolante 2 și 2', lamele elastice 3 și 3' contactele 4 și 4'.

Funcționarea este următoarea: discul de contact este rotit de către ceasornic într-un minut cu 180° în sensul săgeții. După ce s-a rotit din poziția de repaus cu 180°, piesa izolantă 2 va îndepărta lamela elastică din dreapta 3' de pe contactul 4'. Apoi discul de contact va închide circuitul ceasornicelor secundare astfel: plusul bateriei (+), discul de contact, (lamela elastică 3', ceasornicele secundare,) lamela elastică 3, contactul 4 și minusul bateriei (—). În acest fel ceasornicele secundare primesc un impuls de curent de polaritate pozitivă.

Pentru funcționarea lor ceasornicele secundare trebuie să primească în minutul următor un impuls de curent de polaritate negativă. În adevăr discul rotindu-se mai departe, circuitul ceasornicelor secundare va fi întrerupt de piesa izolantă 2, iar contactul 1 va atinge din nou lamela elastică 3', revenindu-se pentru un moment la poziția inițială de repaus. Rotindu-se în continuare în sensul săgeții, discul de contact face legătura lamelei elastice 3 cu polul pozitiv (+) al bateriei, circuitul închizându-se astfel: plusul bateriei (+), lamela elastică 3, ceasornicele secundare, lamela elastică 3', contactul 4' și minusul bateriei (—). Se observă deci că ceasornicele secundare au primit un impuls de curent de sens invers.

Un astfel de contactor poate comanda 40—80 ceasornice secundare al căror consum individual este de circa 10 mA.

La unele tipuri de ceasornice principale contactorul este acționat separat printr-un arc de greutate. Dispozitivul de contact se declanșează prin mecanismul de ceasornic din minut în minut.

B. CEASORNICE SECUNDARE

Ceasornicele secundare nu au mecanism propriu de ceasornic, ele fiind comandate electric de către ceasornicul principal. Unele tipuri folosite în birouri pot fi echipate și cu dispozitive pentru baterea orelor.

În general ceasornicul secundar, numit și ceas pui, este format dintr-un dispozitiv electromagnetic cuplat printr-un melc cu roțile dințate ale mecanismului indicatoarelor.

La dispozitivul electromagnetic sosesc din minut în minut impulsuri de curent continuu cu polaritate schimbată de la ceasornicele principale. Impulsurile fac ca rotorul dispozitivului electromagnetic să se rotească cu 180°, ceea ce atrage după sine înaintarea minutarului cu un minut. Dispozitivul de transformare a impulsurilor în rotații este asemănător cu mecanismul de transformare inversă din rotații în impulsuri electrice de la ceasornicele principale. Dispozitivul poate fi cu electromagnet polarizat sau nepolarizat. Alimentarea cu energie electrică a ceasornicelor secundare se face cu o baterie de acumulatori de 12, 24, 48 sau 60 V, independent de rețeaua de iluminat. Tensiunea de alimentare se alege în raport cu lungimea circuitului care alimentează ceasornicele secundare.

care, admitându-se o cădere de tensiune de 10% și știindu-se că la un ceasornic secundar consumul este de circa 0,01 A. Se recomandă ca ceasornicele secundare să fie montate în paralel, deoarece la acest tip de montaj conductoarele fiecărui ceasornic sînt aproximativ la fel de lungi iar căderea de tensiune este aceeași, astfel încît la toate ceasornicele ajung curenți sensibili egali și nu mai este necesară potrivirea curenților fiecărui ceasornic prin rezistență.

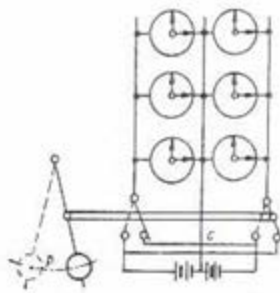


Fig. 342. Legarea ceasornicelor secundare.

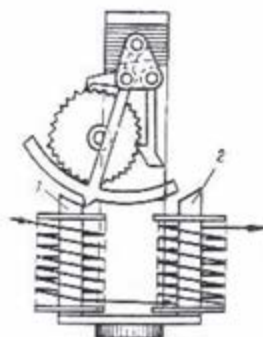


Fig. 343. Ceasornic secundar cu armătură tip ancoră.

Un astfel de ceasornic se compune dintr-un electromagnet polarizat format din poli 1 și 2 (fig. 343) peste care sînt așezate cite o bobină cu sensuri de înfășurare diferite. La un impuls de curent dat de ceasornicul principal cîmpul unuia dintre magneti va fi slăbit, iar al celui altul întărit. Armătura de oțel moale oscilează spre magnetul cu cîmp mai puternic și rotește roata de antrenare a ceasornicului cu un dinte.

La impulsul următor care sosește de la ceasornicul principal peste un minut, magnetul cu cîmpul slăbit și-l va întări, iar cel cu cîmpul întărit și-l va slăbi datorită schimbării polarității impulsului. Armătura

În cazurile în care este nevoie de un număr mare de ceasornice secundare, se recomandă să se lege ceasornicele secundare la o rețea cu trei conductoare (fig. 342). În astfel de cazuri, dacă ambele jumătăți ale rețelei sînt egal încărcate prin conductorul din mijloc nu circulă curent, putîndu-se alege pentru acesta o secțiune mai mică decît pentru conductoarele exterioare. Contactorul ceasornicului principal este format dintr-un pendul *P* care datorită oscilațiilor acționează comutatorul *C*, iar acesta la rîndul său schimbă polaritatea impulsurilor în cele două linii pe care sînt instalate ceasornicele secundare.

Durata impulsurilor care acționează indicatoarele acestor ceasornice este de circa 1 s.

Principalele tipuri de ceasornice secundare sînt:

- cu armătură în formă de ancoră;
- cu mers tăcut;
- cu armătura polarizată;
- cu electromagnet nepolarizat;
- cu circuit de semnalizare.

1. Ceasornicul secundar cu armătura în formă de ancoră

Un astfel de ceasornic se compune dintr-un electromagnet polarizat format din poli 1 și 2 (fig. 343) peste care sînt

va fi atrasă spre celălalt magnet rotînd iarăși roata cu un dinte în același sens ca în cazul precedent. Mișcarea roții de antrenare se transmite apoi printr-un sistem de roți dințate celor două indicatoare ale ceasornicului. Modul acesta de acționare cu armătura în formă de ancoră poate fi folosit la ceasornice cu cadrane oricît de mari.

2. Ceasornicul secundar cu mers tăcut

Ceasornicul cu mers tăcut se compune tot dintr-un electromagnet polarizat cu poli 1 și 2 (fig. 344), armătura de oțel moale în formă de *Z*, un melc și sistemul de roți dințate care rotesc indicatoarele.

Modul de funcționare este următorul: la sosirea impulsului de curent de la ceasornicul principal armătura este rotită datorită cuplului creat de cei doi poli ai electromagnetului (un pol respinge iar celălalt atrage). Impulsul următor va fi de polaritate schimbată, dar armătura se va roti tot în același sens. Mișcarea armăturii este transmisă printr-un angrenaj melcat și un sistem de roți dințate la indicatoare. Din cauza mersului său liniștit, acest tip de ceasornic se folosește mai mult în camere. După necesități, el poate fi echipat și cu un dispozitiv de batere a orelor.

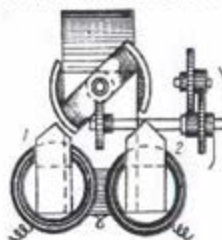


Fig. 344. Ceasornic secundar cu mers tăcut.

3. Ceasornicul secundar cu armătură polarizată

Acest tip de ceasornic (fig. 345, a) este tot un mecanism cu mers tăcut. Spre deosebire de primul el se compune dintr-un electromagnet obișnuit cu miezul de oțel 1 de o formă specială și înfășurarea 2. Armătura 3 se compune dintr-un magnet permanent de formă cilindrică 4 (fig. 345, b) pe ale cărui capete sînt montate piesele polare 5 și 6.

La un impuls de curent dat de ceasornicul principal, miezul 1 se magnetizează și rotește armătura 3 cu 90°. La impulsul următor de polaritate schimbată, armătura se va roti iarăși cu 90° în același sens. Această mișcare se transmite la indicatoare printr-un angrenaj cu roți dințate.

4. Ceasornicul secundar cu electromagnet nepolarizat

În figura 346 este reprezentat un ceasornic cu electromagnet nepolarizat. Electromagnetul 1, parcurs de un impuls de curent care sosește la bornele *b*₁—*b*₂ de la ceasornicul principal, atrage armătura 2. Aceasta face ca arcul 3 să se întindă și clichetul 4 să scape din dantura roții 4. După terminarea impulsului, armătura revine în poziția sa de

repaus, iar arcu 3 trage după sine clichetul 5 care rotește roata dințată 4, cu un dinte spre stînga. Contrachichetul 6 servește la frinarea roții 4. Impulsul următor produce o nouă deplasare a roții cu un dinte

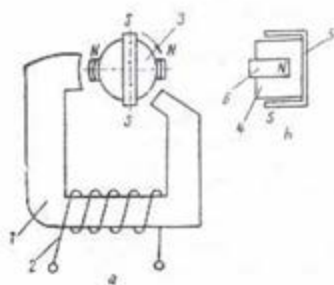


Fig. 345. Ceasornic secundar cu armătură polarizată.

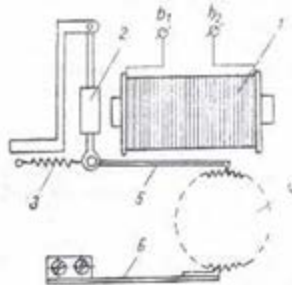


Fig. 346. Ceasornic secundar cu electromagnet nepolarizat.

spre stînga. În felul acesta, la fiecare impuls roata avansează cu un dinte, transmitînd mișcarea printr-un sistem de roți dințate la indica-toare.

5. Ceasornicul secundar cu circuit de semnalizare

În unele cazuri ceasornicele secundare pot fi folosite și pentru di-verse semnalizări dacă li se adaugă în acest scop dispozitive speciale care să declanșeze semnalizarea la ora dorită.

Adaptarea aceasta nu se aplică la ceasornicele principale, pentru a nu le reduce precizia.

În figura 347 este reprezentată schema unui ceasornic secundar prevăzut cu un circuit de semnalizare. Releul termic T comandă acțio-narea unui releu electromagnetic A și se conectează la sursa de alimen-tare cînd brațul B intră într-una din degajările discului cu came D , care este rotit de ceasornic. Circuitul de alimentare al releului termic începe de la borna pozitivă a bateriei (+) prin brațul B , contactul de repaus a_2 , înfășurarea releului termic T , rezistența variabilă R și se termină la borna negativă a bateriei (-). După 5—30 s contactul t al releului termic T se închide și permite alimentarea releului A , care își comută contactele. Circuitul de alimentare al releului A pleacă de la borna pozitivă a bateriei (+) prin brațul B , contactul a_2 , contactul t , înfășurarea sa și borna negativă a bateriei (-). Contactul a_1 se închide și face ca releul A să se automențină în circuit, iar contactul a_2 se des-chide și întrerupe circuitul de alimentare al releului termic T , care începe să se răcească deschizîndu-și după un timp contactul t . După aceasta, pîrghia B pe care una dintre came o scoate din degajarea dis-

cului, întrerupe circuitul de alimentare a releului A . Apoi, după un in-terval de timp bine determinat, brațul B cade în degajarea următoare a discului D și situația se repetă. Soneria S care este legată în paralel cu

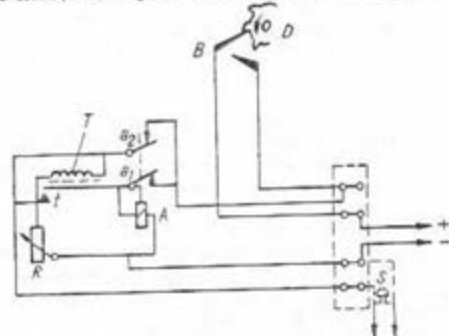


Fig. 347. Schema circuitului de semnalizare.

bobina releului termic T semnalizează din timp în timp cînd releul T este alimentat. Rezistența variabilă R are rolul de a regla curentul ce trece prin releul termic, deci reglează timpul de acționare a releului.

Pe lîngă tipul de ceasornic secundar cu un sigur circuit de semna-lizare descris mai sus, mai există tipuri prevăzute cu mai multe circuite de semnalizare.

C. CENTRALE DE CEASORNICE ELECTRICE

Dacă este necesar ca ora exactă să fie dată în multe locuri, nu se mai folosește un ceasornic principal, ci o centrală de ceasornice elec-trice care comandă cîteva circuite de ceasornice secundare, pe fiecare circuit putînd fi montate pînă la 50 de ceasornice secundare.

O astfel de centrală este compusă dintr-un ceasornic principal obișnuit, un al doilea ceasornic principal de rezervă, cîte un ceasornic secundar de control pentru fiecare circuit de ceasornice secundare, releu pentru comutarea mersului de pe ceasornicul principal pe cel principal de rezervă, sursă de alimentare, releu pentru supravegherea alimentării, releu pentru controlul automat al impulsurilor, ampermetru și volt-metru.

Din punctul de vedere al numărului de ceasornice secundare co-mandate se deosebesc

— centrale mici care pot comanda pînă la maximum 60 de ceasor-nice secundare;

— centrale mijlocii care au 60—180 de ceasornice secundare subordonate;

— centrale mari care comandă peste 180 de ceasornice secundare.

Centralele mici se compun dintr-un ceasornic principal și unul de rezervă; centralele mijlocii și mari conțin pe lângă cele două ceasornice principale, un tablou de distribuție și un sistem de sincronizare a mersului ceasornicului principal cu cel al ceasornicului principal de rezervă.

Prin ceasornicul său principal centrala transmite impulsuri pe liniile ceasornicelor secundare, fie direct, fie prin tabloul de distribuție. De obicei impulsurile se transmit din minut în minut, mai rar din jumătate de minut în jumătate de minut, și uneori chiar din secundă în secundă.

Dacă ceasornicul principal se oprește din cauza unui deranjament oarecare, comanda ceasornicelor secundare trece automat la ceasornicul principal de rezervă. Pana ceasornicul principal este semnalizat și se poate trece la înlăturarea deranjamentului fără să se producă vreo perturbare în mersul rețelei de ceasornice secundare.

Unele centrale sînt completate cu dispozitive care semnalizează automat începutul și sfîrșitul programului de lucru, eventualele întreprinderi planificate pentru masă etc.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Din ce se compune o instalație de ceasornice?
2. Unde se folosesc instalațiile de ceasornice?
3. Care sînt părțile principale ale ceasornicului principal?
4. Cum funcționează contactorul?
5. Ce este un ceasornic secundar?
6. Care sînt principalele tipuri de ceasornice secundare?
7. Cum funcționează ceasornicul cu mers tăcut?
8. Din ce este alcătuit circuitul de semnalizare?
9. Ce este o centrală de ceasornice electrice?
10. Din ce se compune o centrală de ceasornice?

CAPITOLUL VI

ETALOANE DE TIMP ȘI ORA EXACTĂ

1. Definiția secunde

În anumite domenii ale științei și tehnicii (fizică, electronică, tehnica transmisiunilor etc.), este necesar ca intervalele de timp să fie măsurate cu foarte mare precizie. În consecință a apărut necesitatea ca

unitatea fundamentală pentru măsurarea timpului (secunda) să primească o definiție nouă pe baze fizice care să satisfacă pretențiile de precizie.

Înainte de a da noua definiție a secunde, este util să se urmărească cum a evoluat această definiție în decursul timpului.

Prima definiție a secunde (secunda universală) ca a 86 400 parte a unei zile solare medii se baza pe concepția că pămîntul se rotește cu viteză constantă în jurul axei proprii și că axa de rotație își păstrează poziția neschimbată în corpul terestru. Deoarece aceste două condiții nu sînt îndeplinite (după cum s-a constatat ulterior) nici secunda astfel definită nu rămîne constantă într-un interval de timp mai îndelungat.

Pentru a elimina acest neajuns Comitetul Internațional pentru Măsuri și Greutăți a dat în 1956 o nouă definiție a secunde și anume: secunda este fracțiunea $1/31\,556\,925,9147$ a anului tropic 1900 (ianuarie 0, la ora 12, timpul efemeridelor).

În această definiție a secunde efemeridice anul tropic este intervalul de timp între două treceri succesive ale Soarelui prin Echinocliul de primăvară, iar timpul efemeridelor este timpul care permite suprapunerii poziției observate a lunii cu cea calculată.

Secunda astfel definită rezultă din timpul de revoluție al Pămîntului în jurul Soarelui și se obține prin determinări astronomice ca și în cazul primei definiții, dar spre deosebire de aceasta se determină într-un interval mai mare și cu o precizie mai mare. Astfel pentru a se ajunge la o precizie de $1 \cdot 10^{-9}$ sînt necesare determinări care durează trei ani.

În ultimii ani s-au obținut frecvențe atomice sau moleculare cu o precizie de $1 \cdot 10^{-11}$. Datorită preciziei ridicate este posibil să se definească secunda atomică și timpul atomic. Timpul atomic este foarte potrivit pentru fizică și electronică unde se cere o precizie relativă foarte mare la măsurarea intervalelor scurte de timp.

La definirea timpului trebuie să se țină seamă de două puncte de vedere. Secunda definește în primul rînd un interval de timp. Prin aceasta este posibil să se determine durata evenimentelor independent de loc și moment. Pe de altă parte este nevoie și de o scală a timpului pentru a se putea indica momentul în care au loc evenimentele sau pentru a se determina pretutindeni aceeași epocă.

Cu ajutorul secunde atomice se pot măsura foarte precis intervale scurte de timp. Pentru măsurarea intervalelor mari însă și pentru determinarea epocilor ar trebui să se introducă o scală de timp atomică alegîndu-se drept origine a timpului (de la care începe măsurarea) un moment oarecare. O astfel de scală are o utilitate practică redusă pentru că cu ajutorul ei nu se pot determina evenimentele trecute iar în viitor între timpul atomic și timpul universal apar diferențe care se măresc o dată cu trecerea timpului, ajungîndu-se la situații ca Soarele să ajungă la punctul maxim nu la ora 12 ci la un timp atomic mereu altul.

Avîndu-se în vedere precizia foarte ridicată a frecvențelor de oscilații atomice, Conferința Generală pentru Măsuri și Greutăți din 1967 a hotărît folosirea frecvenței atomului de cesiu 133 pentru măsurarea intervalelor de timp.

Frecvența a fost stabilită cu ajutorul secunde efemeridice determinată prin observații făcute timp de peste trei ani la $9\ 192\ 631\ 770 \pm 20$ Hz. Timpul atomic astfel definit corespunde cu timpul efemeridic în limitele erorilor de măsurare.

Datorită inconvenientelor celor trei definiții ale timpului, în momentul de față se folosesc:

- timpul universal în toate domeniile de activitate în afară de astronomie și experiențe științifice;
- timpul efemeridelor în astronomie;
- timpul atomic în experiențele științifice de mare precizie.

2. Etaloane noi de timp

Între două determinări ale timpului prin observații astronomice, ora exactă este păstrată cu ajutorul unor ceasornice foarte precise. Ceasornicele cu pendul folosite în acest scop sînt pe cale să fie înlocuite cu altele mai precise — ceasornicele cu cuarț.

a. **Ceasornicul cu cristal de cuarț** are precizia de același ordin de mărime cu determinările astronomice, și de aceea el poate fi asimilat cu un etalon de timp.

Principiul lui de funcționare se bazează pe efectul piezoelectric al cristalelor de cuarț. După cum se știe din fizică, pe suprafețele unui cristal de cuarț supus la întindere sau compresiune apar sarcini electrice de semn contrar. Polaritatea suprafețelor se schimbă dacă se trece de la compresiune la întindere. Acest efect este reversibil, adică dacă se aplică o diferență de potențial între două fețe ale cristalului de cuarț, acesta se comprimă sau se dilată în funcție de polaritatea tensiunii aplicate. Dacă cristalului i se aplică o tensiune alternativă el se va dilata și comprima cu frecvența tensiunii aplicate, adică va începe să oscileze. Oscilația va avea amplitudinea maximă cînd frecvența tensiunii aplicate corespunde cu frecvența proprie de oscilație a cristalului (rezonanță). Aceasta este frecvența de lucru a ceasornicului cu cuarț. Ea depinde de dimensiunile cristalului variînd între 10 kHz și 5 MHz și rămîne constantă dacă nu intervin influențe exterioare ca: tensiunea de alimentare, temperatură, accelerația gravitațională etc.

Curentul electric alternativ produs de generatorul cu cuarț denuit și generator piezoelectric este amplificat în mai multe circuite de amplificare cu tuburi electronice sau transistoare și folosit la alimentarea unui motor sincron care comandă un contactor ce închide un circuit electric în fiecare secundă. Prin intermediul acestui circuit se transmite mișcarea la indicatoare.

Generatorul piezoelectric se compune dintr-un generator de înaltă frecvență (cu circuit oscilant) care este reglat la frecvența de oscilație a cristalului de cuarț. La cea mai mică variație a frecvenței generatorului apare o diferență de frecvență față de cea a cristalului care acționează asupra regulatorului obligînd generatorul să revină la frecvența normală.

Ceasornicele cu cuarț sînt foarte precise, eroarea lor în 24 h nu depășește 0,001 s sau chiar 10^{-5} s.

b. **Ceasornicele atomice și moleculare.** Deoarece etaloanele clasice de timp legate de mișcările corpurilor cerești nu sînt suficient de precise s-au căutat etaloane mai precise.

Fenomenele fizice care au loc la nivelul moleculei sau atomului nu depind de factorii externi și au o mare stabilitate, de aceea s-au căutat să se folosească la realizarea unor noi etaloane de timp. Substanțele radioactive își micșorează masa în procesul dezintegrării. Timpul în care masa lor se reduce la jumătate se numește timp de înjumătățire care diferă de la o substanță la alta. Perioada de înjumătățire variază de la fracțiuni de secundă la unele substanțe, la miliarde de ani la altele dar rămîne constantă la aceeași substanță.

Perioada de înjumătățire poate fi luată ca etalon de timp dar spre deosebire de alte etaloane radioactivitate scade în intensitate după fiecare perioadă de înjumătățire astfel încît după 8—10 perioade, nu se mai pot efectua măsurările cu suficientă precizie.

Din cauza acestui inconvenient s-au căutat alte fenomene atomice care rămîn constante și ca intensitate.

Electronii se rotesc în atom în jurul nucleului pe anumite orbite bine determinate. Energia electronilor depinde de orbita pe care se rotesc. Cînd un electron sare de pe o orbită cu energie mai mare pe una cu energie mai mică, diferența de energie o eliberează sub forma unor radiații. Frecvența acestor radiații depinde de natura atomului și este aceeași la toți atomii de același fel. Ea este foarte ridicată (de ordinul 10^{15} Hz), riguros constantă și nu este influențată de factori externi ca temperatură, presiune, gravitație etc. Datorită acestor calități, frecvența de radiație atomică poate fi utilizată ca etalon de timp. Singurul dezavantaj al etaloanelor atomice sau moleculare este frecvența foarte înaltă care nu poate fi demultiplicată ușor. Deoarece frecvența oscilațiilor moleculare este în general de 10 000 ori mai mică decît cea atomică s-au folosit prima dată ceasornice moleculare. Numai în urma progresului realizat în electronică s-au construit primele ceasornice atomice (cu cesiu).

La ceasornicele obișnuite unde regulatorul efectuează un număr de 1—5 oscilații pe secundă (pendul, balansier) transmiterea mișcării regulatorului la indicatoare este foarte simplă cu ajutorul unui sistem de roți dințate. La ceasornicele cu cuarț frecvența de oscilație a regulatorului este foarte ridicată, mișcarea nu se mai poate transmite direct fiind necesară o demultiplicare a frecvenței.

În cazul atomului de cesiu frecvența de oscilație fiind de peste 9 miliarde herți nici un dispozitiv mecanic sau electric nu poate transforma direct această mișcare oscilatorie într-o mișcare lentă de rotație a indicatoarelor unui ceasornic.

De aceea s-a folosit un generator de înaltă frecvență cu cuarț ale cărui oscilații pot fi demultiplicate și ale cărui variații sînt stabilizate cu ajutorul oscilațiilor atomului de cesiu.

Ceasornicul atomic cu cesiu (fig. 348, a) folosește ca element de stabilizare a frecvenței oscilatorului cu cuarț un rezonator cu cesiu (fig. 348, b).

Acest rezonator se compune dintr-o sursă de radiație S (un cup-tor) din care atomii de cesiu ies sub formă de vapori printr-un orificiu. Fiecare atom de cesiu poate fi privit ca un mic magnet datorită rotirii

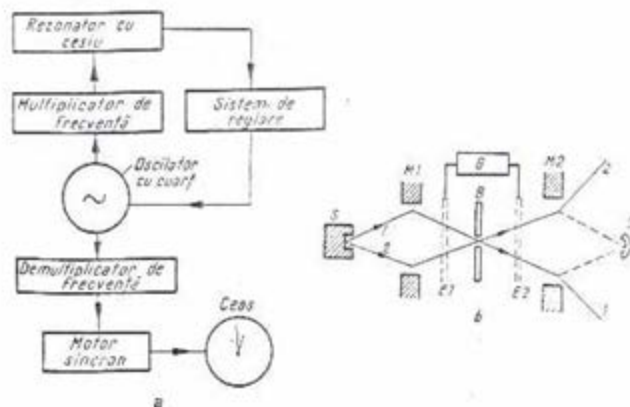


Fig. 348. Schema ceasornicului atomic.

electronilor. Polaritatea acestor magneti depinde de sensul de rotație al electronilor. Atomii ieșiți prin orificiu se deplasează în vid pînă cînd ajung în cîmpul magnetic al magnetului M_1 unde sînt deflecți în funcție de polaritatea lor. Pentru funcționarea rezonatorului interesează numai fasciculele 1 și 2. Din toți atomii fasciculului 1 numai cei cu polaritatea 1 pot trece prin orificiul blendei B , ceilalți sînt opriți de ea. Tot așa în fasciculul 2 numai atomii cu polaritatea 2 pot trece. În cîmpul magnetului M_2 atomii cu polaritatea 1 sînt deflecți în jos iar cei cu polaritatea 2 în sus și trec astfel prin blendă pînă în dreptul magnetului M_2 care produce aceeași deviere ca și magnetul M_1 . Între cei doi magneti se află doi electrozi E_1 și E_2 care sînt conectați la generatorul de unde G . Cînd undele nu au frecvența de rezonanță nu se întîmplă nimic, adică toți atomii își păstrează polaritatea inițială și vor fi deflecți ca atare (linia continuă în figură). Dacă undele produse de generatorul G au exact frecvența de oscilație a atomilor de cesiu (frecvența de rezonanță) atunci se schimbă polaritatea atomilor și magnetul M_2 deviază fasciculele astfel (linie întreruptă) încît să cadă pe detectorul D .

Cu cît frecvența generatorului G este mai apropiată de frecvența caracteristică a atomilor de cesiu cu atît detectorul D va fi mai puternic excitat.

În ceasornicul atomic generatorul G se compune din oscilatorul cu cuarț și multiplicatorul de frecvență iar detectorul D menține prin sistemul de reglare riguros constantă frecvența oscilatorului cu cuarț. Frecvența oscilatorului este demultiplicată și ea pune în mișcare un motor sincron care antrenează ceasornicul.

Precizia ceasornicului atomic este de ordinul a 10^{-11} s.

3. Ora exactă

Ceasornicarul trebuie să regleze ceasornicele noi, reparate sau curățate astfel încît abaterile să se încadreze în cîmpul de toleranțe admis. Reglarea se face după un ceasornic etalon, fie după semnalele transmise prin posturile de radio.

În primul caz atelierul de reparat trebuie să dispună de un ceasornic precis cu pendul sau cronometru de marină. Pentru a se obține o precizie cît mai mare ceasornicul reglat se compară cu ceasornicul etalon un timp mai îndelungat (24 h).

Nu se recomandă folosirea stoperelor la operații de reglare tocmai prin faptul că nu se pot măsura decît intervale scurte de timp. Chiar și ceasornicele reglate cu ajutorul aparatelor electronice (regloscop, vibrograf) trebuie verificate după un ceasornic etalon (sau semnalele radio) după 24 h de funcționare.

Transmiterea orei exacte în cadrul emisiunilor de radio se face cu ajutorul instalației electrice, reprezentată schematic în figura 349.

Instalația electrică se compune dintr-o roată minutară R , un electromagnet E , butonul B și relele R_1 și R_2 .

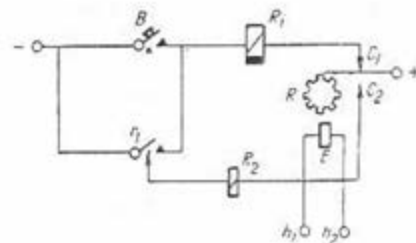


Fig. 349. Schema instalației electrice pentru transmiterea orei exacte.

Roata minutară R primește prin electromagnetul E cite un impuls la fiecare minut de la un ceasornic primar etalon (bornele h_1 , h_2) și datorită faptului că este prevăzută cu dinți închide în fiecare minut contactul C_1 .

În momentul dorit pentru transmiterea semnalului de oră exactă se apasă pe butonul B cu puțin timp înainte de împlinirea minutului. Re-

reul R_1 primește alimentarea de la borna pozitivă a bateriei prin contactul C_1 închis, butonul B , borna minus a bateriei. După ce se ridică mina de pe butonul B releul R_1 se automenține prin contactul propriu r_1 , iar la împlinirea minutului se închide contactul C_2 . Din acest moment releul R_2 este alimentat de la borna pozitivă a bateriei prin contactul C_2 . Circuitul se închide prin contactul r_2 la borna negativă a bateriei. Releul R_2 este anclanșat și armătura sa acționează asupra dispozitivului de producere a semnalelor. În același timp contactul C_1 în poziția deschisă întrerupe circuitul releului R_1 , ceea ce duce la deschiderea contactului r_1 cu o mică întârziere și R_2 este scos de sub curent.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Care este definiția secunde?
2. Care este principiul de funcționare al ceasornicului cu cuarț?
3. Care este principiul de funcționare al ceasornicului atomic?
4. Cum se face reglarea ceasornicelor?
5. Cum se transmite ora exactă la radio?

CAPITOLUL VII

REPARAREA CEASORNICELOR ELECTRICE

1. Generalități

Ceasornicele electrice se răspîndesc din ce în ce mai mult. Desigur și ele trebuie întreținute, curățate și reparate. Deoarece atât repararea părților mecanice cât și a celor electrice se face în aceleași ateliere, ceasornicarul reparator trebuie să știe să depisteze și defectele dispozitivelor electrice și să le remedieze. Pentru a putea realiza acest lucru, atelierul trebuie să fie dotat cu anumite instrumente și scule specifice:

- instrumente pentru măsurări electrice (voltmetru, ampermetru, ohmetru sau avometru);
- tablou cu surse de energie de diferite tensiuni;
- set de șurubelnițe cu minere izolate;
- clește combinat cu brațe izolate;
- clește de tăiat cu brațe izolate;
- ciocan de lipit.

Deprinde surse de alimentare în ateliere se folosesc baterii uscate (pentru curent continuu) și rețeaua de distribuție (pentru curent alternativ).

Deoarece ceasornicele de reparat sînt de diferite tipuri, atelierul trebuie să dispună de diferite tensiuni de alimentare.

Un tablou de alimentare simplu de executat este prezentat în principiu în figura 350. Acest tablou asigură următoarele tensiuni:

- 1,5, 3 și 6 V tensiune continuă constantă;
- de la 0 la 3 V tensiune continuă reglabilă;
- 3, 5, 8, 110, 220 V tensiune alternativă constantă;
- de la 0 la 8 V tensiune alternativă reglabilă.

Tabloul trebuie să fie prevăzut cu cabluri izolate de diferite lungimi prevăzute la capete cu cleme de prindere.

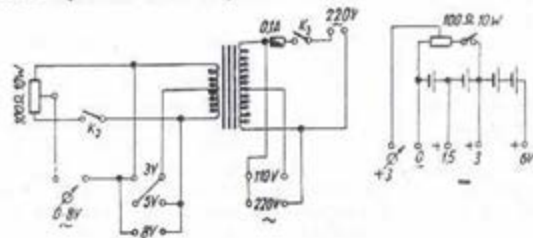


Fig. 350. Tabloul de alimentare.

La verificarea ceasornicelor, atât la măsurarea tensiunii cit și a curentului, polul pozitiv al bateriei trebuie legat la borna pozitivă (+) a aparatului, iar polul negativ la borna negativă. Dacă se folosește un aparat cu care se poate măsura atât curentul continuu cit și alternativ, comutatorul trebuie rotit la semnul (=) când se măsoară curentul continuu și la semnul ($\approx$) când se măsoară curentul alternativ. În cazul aparatelor cu mai multe domenii de măsurare, măsurarea se începe totdeauna cu domeniul cel mai mare; dacă acul indicator se deplasează puțin pe scară, se comută aparatul la domeniul imediat următor. Dacă indicațiile acului sînt încă mici, se continuă comutarea pînă cînd acul indicator se află în a doua treime a scării și numai atunci se citește indicațiile aparatului. Valoarea mării măsurate nu coincide totdeauna cu indicațiile citite pe aparat, ci uneori ea trebuie calculată. De exemplu, dacă se măsoară tensiunea cu un voltmetru comutat la domeniul de 5 V și indicatorul arată 27 pe scara cu 30 diviziuni, atunci valoarea tensiunii măsurată va fi $\frac{5}{30} \cdot 27 = 4,5$ V. Deci pentru a se afla valoarea măsurată se împarte domeniul la numărul de diviziuni al scării și se înmulțește cu indicația acului.

La măsurarea rezistențelor cu avometrul un capăt al rezistenței se leagă la borna + și celălalt la borna însemnată cu Ω iar aparatul trebuie să fie comutat pentru măsurarea rezistențelor. Înainte de măsurare cele două palpatoare se ating și acul indicator trebuie să arate „0”, în caz contrar se reglează indicatorul.

Dacă se măsoară rezistența unui element de circuit și aparatul indică „0” înseamnă că elementul respectiv este scurtcircuitat, iar dacă indică „ ∞ ” este întrerupt.

2. Repararea contactoarelor

Contactoarele intră în construcția majorității ceasornicelor electrice. Cele mai multe defecte ale ceasornicelor electrice se datoresc contactoarelor. Funcționarea defectuoasă poate avea mai multe cauze:

- suprafețele de contact sînt oxidate, unse cu ulei sau murdare;
- forța de apăsare a contactului este prea mică;
- apar scintile la întreruperea contactului.

Suprafețele contactoarelor se vor spăla cu o cârpă care nu lasă scame, muiată în alcool sau alte soluții care nu conțin ulei (benzina conține totdeauna puțin ulei). După uscare, contactele spălate se vor verifica cu lupa dacă sînt arse adică conțin puncte negre mărunte. Acestea se vor îndepărta prin polizare cu hirtie abrazivă foarte fină (500—600) fără însă a se modifica forma contactelor. După polizare contactele se degresează, după care nu mai este admisă atingerea lor cu mina.

Forța de apăsare a contactelor are o importanță foarte mare. Dacă ea este prea mică contactorul nu funcționează sigur (crește rezistența de contact), iar dacă este prea mare produce o frinare mare a mecanismului de ceasornic. Reglarea forței de apăsare se realizează prin îndoirea arcurilor (lamelelor) contactorului.

Pentru orientare se dau valorile optime ale forței de apăsare a contactelor pentru câteva tipuri de ceasornice:

- | | |
|--|------------------|
| — ceasornice armate cu electromagneți de curent continuu | 10—20 cN (gf); |
| — ceasornice armate cu motor cu colector | 4—6 cN (gf); |
| — ceasornice principale | 30—60 cN (gf); |
| — ceasornice cu pendul cu acționare directă | 2—4 cN (gf); |
| — ceasornice de mină | 0,1—0,2 cN (gf); |

Un contact bine reglat trebuie să aibă rezistența mai mică de 0,2 Ω . Contactele reglate trebuie să fie urmărite în funcționare. Dacă apar scintile trebuie măsurat condensatorul de amortizare, iar dacă condensatorul este strâpuns se va înlocui cu altul nou.

3. Repararea ceasornicelor cu armare electrică cu electromagnet

Înainte de a se începe demontarea ceasornicului, trebuie verificată poziția în care s-a oprit. Dacă contactele sînt deschise înseamnă că ceasornicul s-a oprit armat; în acest caz este vorba de un defect mecanic (uzură, murdărie, îngroșarea uleiului, cep strîmb etc.) care trebuie depistat și înlăturat ca și la ceasornicele mecanice.

Dacă contactele sînt închise, ceasornicul poate avea unul sau mai multe din următoarele defecte:

1) **Bateria este epuizată.** Se demontează bateria și i se măsoară tensiunea. Dacă tensiunea măsurată este sub 80% din cea nominală (marcată) se înlocuiește bateria. Înainte de a se monta bateria nouă se curăță locașul și contactele. Dacă bateria a fost epuizată, se verifică dacă a fost o epuizare normală sau bateria s-a uzat înainte de termen. Pentru aceasta, atunci cînd se introduce o baterie nouă se va zgîria pe ea data montării.

O baterie în condiții normale de funcționare se epuizează după 1—1,5 ani.

Epuzarea prematură a bateriei poate avea următoarele cauze:

- frecări mari în mecanismul de armare (uzură, ulei uscat, murdărie, armătura electromagnetului atinge scheletul etc.);
- întrefierul între armătură și miezul electromagnetului prea mare (peste 1 mm);
- blocarea armăturii electromagnetului în poziție cînd circuitul electric este închis. În acest caz bateria se descarcă în câteva ore.

2) **Contactorul este defect.** Se respectă indicațiile de la § 2.

3) **Circuitul electric este întrerupt.** Pentru a depista locul întreruperii se măsoară rezistența fiecărui element de circuit.

La ceasornicele cu armare electrică înfășurarea (armarea) cit și desfășurarea arcului motor sînt limitate. Cînd se înlocuiește arcul rupt cu unul nou trebuie să se păstreze aceeași tensiune inițială în arc. Cînd limitatorul oprește desfășurarea arcului, tensiunea lui trebuie să imprime balansierului un unghi de oscilație de cel puțin 500°. Pentru a se înlocui repede arcul fără multe încercări se recomandă ca înainte de a se demonta mecanismul motor să se însemneze pozițiile tuturor pieselor acestui mecanism, iar după introducerea arcului nou ele să fie montate în aceleași poziții.

4. Repararea ceasornicelor cu armare electrică cu motor

a. **Ceasornice alimentate de la baterie.** Și la aceste ceasornice se începe prin verificarea tensiunii bateriei, colectorului și arcului motor (armat sau nearmat).

Dacă arcul este armat, ceasornicul are un defect la partea mecanică.

Dacă arcul este desfășurat și contactoarele sînt închise ceasornicul poate să aibă:

- contactorul defect (ars, murdar, forța de apăsare prea mică etc.);
- rotorul motorului blocat. Se demontează motorul și se încearcă rodarea lui. Dacă nu se obțin rezultate, motorul trebuie înlocuit deoarece aceste motoare sînt nedemontabile și nu se pot repara;
- înfășurarea motorului arsă. Rotorul se rotește ușor, însă motorul cuplat la curent nu pornește; și în acest caz motorul se înlocuiește;
- roata melcată gripată. Se demontează și se curăță lagărele.

În afară acestor defecte, cînd ceasornicul se oprește, mai intervine situația în care bateria se epuizează repede. Aceasta se datorește fie contactorului care nu întrerupe curentul și lasă motorul sub tensiune, fie frecărilor mari în mecanismul de armare. Dacă frecările sînt cele normale, mecanismul de armare trebuie să funcționeze corect la 80% din tensiunea nominală a bateriei.

b. **Ceasornicele alimentate cu curent alternativ.** Aceste ceasornice sînt robuste și se defectează foarte rar. Defectele mai frecvente sînt:

- discul fulează și atinge electromagnetul. Se va centra discul;
- lagărele în care este montat discul cu axul său sînt uzate;

— bobina electromagnetului este întreruptă (arsă). Dacă se măsoară rezistența ei, aparatul indică infinit. În acest caz bobina trebuie înlocuită. Dacă nu se dispune de una identică trebuie să se execute una după date înscrise pe bobina defectă (diametrul sîrmei și numărul de spire). În cazul cînd pe bobina arsă nu sînt trecute aceste date, ele se vor stabili prin măsurarea diametrului sîrmei și prin numărarea spirelor în timpul desfășurării bobinei arse. Se remarcă că o abatere pînă la 20% a numărului de spire nu influențează prea mult funcționarea.

5. Repararea ceasornicelor cu acționare directă

Ceasornicele cu acționare directă cu contactoare sînt foarte sensibile, partea lor cea mai delicată fiind contactoarele.

Forța de apăsare a contactelor trebuie să fie foarte mică, deoarece frîcăză oscilațiile. Din această cauză orice urmă de murdărie sau de ulei scoate contactorul din funcțiune. O atenție deosebită trebuie să se acorde ungerii pieselor din apropierea contactorului pentru a se elimina orice surplus de ulei care, prin întindere, ar putea ajunge pe contactor.

Ceasornicele cu tranzistoare se defectează cu mult mai rar. Durata de serviciu a unui tranzistor este cu mult mai mare decît a mecanismului de ceasornic. De aceea practic la aceste ceasornice apar numai defecte mecanice.

Dacă totuși trebuie să se înlocuiască un tranzistor, datorită deteriorării mecanice, se va folosi unul identic. Lipirea legăturilor trebuie să se facă cu foarte mare atenție pentru ca tranzistorul să nu se încălzească. De aceea nu este admis să se scurteze piciorușele tranzistorului. În timpul lipirii, piciorul trebuie ținut cu un clește lat care să preia căldura. Lipirea se va face cu cositor ușor fuzibil folosindu-se colofoniul ca decapant. Alte metode de lipire nu sînt admise.

6. Repararea ceasornicelor sincrone

Ceasornicele sincrone fiind simple și robuste se defectează greu. Totuși la o exploatare îndelungată pot să apară unele defecte ca:

— ceasornicul se oprește uneori, cu toate că nu s-a întrerupt curentul. În acest caz defectul trebuie căutat la fișa de contact și în cablul de legătură. Se va mișca fișa în priză pentru constatarea eventualelor poziții de întrerupere a curentului;

— ceasornicul produce un mic zgomot. Se oprește ceasornicul și se încearcă rotirea motorului cu mîna. El trebuie să se rotească ușor. Dacă se rotește greu, se demontează rotorul, se curăță cipurile și lagărele, se îndreaptă eventualele cepuri strîmbe, se montează la loc și se unge;

— ceasornicul produce un zgomot puternic. În acest caz lagărele motorului sînt uzate și rotorul atinge părțile fixe ale ceasornicului. Trebuie executate lagăre noi;

— bobina este arsă. Se înlocuiește sau se rebobinează.

La montare, toate piesele ceasornicului trebuie să fie bine fixate, șuruburile strînse, deoarece altfel vibrează producînd un zgomot care se amplifică de către carcasa ceasornicului.

Ceasornicele sincrone, fiind alimentate direct de la rețea nu este admisă demontarea ceasornicului în timp ce este sub tensiune, fiind pericol de electrocutare. Orice reglare și verificare se va efectua cu scule cu mînere izolate.

7. Repararea ceasornicelor electrice de mină

Ceasornicele de mină acționate electric fiind de foarte multe tipuri, demontarea, repararea și montarea lor se face diferit, adecvat fiecărui tip în parte. Este foarte greu ca ele să fie tratate separat, de aceea se vor descrie numai acele defecte și metode de reparare care sînt comune tuturor.

Bateria epuizată se înlocuiește prin deșurubarea șurubului de fixare; bateria iese singură fiind împinsă de un arc. Înainte de a se monta bateria nouă, locașul trebuie bine curățat, deoarece el face legătura cu unul dintre poli ai bateriei. Pentru curățirea locașului se folosesc soluții de degresare care nu conțin ulei (alcool, eter etc.). La montarea bateriei trebuie să se țină seamă de poziția polilor. Polul pozitiv se leagă totdeauna de scheletul ceasornicului. Este indicat ca la schimbarea bateriei să fie zgiriată data operației pe bateria introdusă pentru a se avea un indiciu asupra stării ceasornicului la reparația următoare.

Demontarea ceasornicului începe prin demontarea podului secundar după care se poate scoate balansierul. Restul mecanismului se demontează ca și la ceasornicele mecanice. La unele tipuri, blocul electronic montat pe o plăcuță de textolit poate fi demontat imediat după ridicarea podului secundar. În timpul demontării nu este admis ca magnetii să fie mișcați deoarece cîmpul magnetic se modifică iar ceasornicul nu va mai funcționa corect. De asemenea nu este admis să se demonteze arcurile contactoare de pe suportul lor, deoarece reglarea lor este foarte dificilă.

Bobina montată pe roata oscilatoare este foarte sensibilă. Nu se admite atingerea ei cu penseta sau alte scule dure care ar putea zgîria stratul izolator. Curățirea balansierului se face în mașina de curățat, cu soluții de degresare care nu atacă lacul de izolare al sîrmei bobinei.

Înainte de montare, contactele electrice se vor șterge cu o cârpă fără saune îmbibată în alcool. După aceea se verifică cu o lupă sau microscop de buzunar care mărește de 12 ori toate suprafețele magnetilor și se îndepărtează cu ajutorul celofanului gumat pilitura de fier atrasă de magneti.

Ungearea ceasornicelor electrice de mină trebuie făcută cu foarte mare precauție. Se vor unge numai locurile strict necesare cu cantități reduse de ulei, pentru a se preveni astfel răspîndirea lui în timpul contactoare. Este interzis să se ungă suprafețele de contact ca: lamelele contactoare, roata contactoare, cama de comandă de pe balansier etc. Din date statistice s-a dedus că jumătate din defectele ceasornicelor electrice de mină sînt cauzate de acoperirea suprafețelor de contact cu ulei sau murdărie.

Controlul la părțile electrice ale ceasornicelor de mină se va face de la baterie. De obicei tensiunea ei este de 1,55 V și ea se va înlocui numai dacă tensiunea a scăzut cu mai mult de 10%.

Elementul cel mai important al circuitului electric este bobina de pe roata oscilatoare. Pentru a se măsura rezistența ei se ating cu palpatoarele ascuțite (virfurile de ac) ale aparatului de măsurat cele două capete ale bobinei. Capetele bobinei se găsesc de obicei pe obada roții oscilatoare și pe cama balansierului. O abatere măsurată de $\pm 10\%$ față de valoarea nominală a rezistenței nu înseamnă un defect. Bobina este defectă când aparatul de măsurat indică sau infinit (bobina este întreruptă), sau o valoare foarte mică (bobina este scurtcircuitată).

Pentru a se depista alte defecte se măsoară rezistența întregului circuit atingând cu palpatoarele masa și borna izolată de masă. Rotindu-se balansierul în direcția închiderii contactului, aparatul trebuie să arate rezistența bobinei. Rotindu-se balansierul mai departe, după deschiderea contactului rezistența măsurată trebuie să fie infinit (circuit deschis). Dacă aparatul indică altceva, circuitul este defect și se măsoară rezistența fiecărui element, căutându-se locul în care circuitul este întrerupt sau scurtcircuitat.

Dacă reparația este bine executată, ceasornicul trebuie să funcționeze corect cu 90% din tensiunea nominală.

Ceasornicele electrice de mână sînt de puțin timp în exploatare și varietatea lor este foarte mare; de aceea repararea lor este dificilă din lipsă de experiență. Pentru a acumula experiență este util ca ceasornicarul reparator să-și noteze despre fiecare ceasornic electric separat următoarele date:

- denumirea ceasornicului (marca);
- principiul de funcționare;
- data fabricației;
- descrierea defectului (pe scurt);
- timpul de epuizare a bateriei;
- tensiunea nominală a bateriei;
- tensiunea limită la care mai funcționează ceasornicul;
- rezistența circuitului.

În posesia acestor date repararea ceasornicului se face cu mult mai repede și cu mai multă siguranță.

INTREBĂRI RECAPITULATIVE

1. Cu ce scule trebuie să fie dotat un atelier în care se repară ceasornice electrice?
2. Care sînt defectele mai frecvente ale contactoarelor și cum se remediază ele?
3. Care sînt defectele mai frecvente ale ceasornicelor cu armare electrică?
4. Cum se poate stabili dacă un ceasornic cu armare electrică are un defect mecanic sau electric?
5. Cum se repară un ceasornic armat cu motor electric?
6. Ce defecte pot avea ceasornicele sincrone?
7. Cum se face curățarea și ungerea ceasornicelor electrice de mână?
8. Cum se depistează locul defectului la ceasornicele electrice de mână?

CUPRINS

PARTEA ÎNȚI

CEASORNICUL DE MINĂ ȘI DE BUZUNAR

Capitolul I. Generalități	3
Capitolul II. Mecanismul remonter	6
1. Generalități	6
2. Tipuri constructive	7
Capitolul III. Mecanismul motor	11
1. Mecanismul motor cu casetă mobilă	11
2. Legile casetei	13
3. Arcul motor	17
4. Mecanismul cu clichet	18
Capitolul IV. Mecanismul de transmisie	19
1. Generalități	19
2. Scheme cinematice	20
3. Fusuri și lagăre	22
4. Elemente danturate	26
Capitolul V. Echipamentul ceasornicelor portabile	30
A. Clasificare și generalități	30
B. Echipamentul cilindrului	32
1. Părți componente	32
2. Funcționarea echipamentului cilindrului	33
3. Limitarea amplitudinii de oscilație a cilindrului	35
4. Reglarea echipamentului cilindrului	36
C. Echipamentul ancorei	37
1. Clasificare	37
2. Părți componente	38
3. Funcționarea echipamentului ancoră	43
4. Mărimi caracteristice ale echipamentului ancoră liber	45
Capitolul VI. Balansierul	46
1. Generalități	46
2. Perioada de oscilație	51
3. Tipuri constructive de roți oscilatoare și arcuri spirale	52
4. Compensarea balansierului	56
5. Lagărul balansierului	60
6. Rota, butucul și compasul de reglare	64
Capitolul VII. Mecanismul indicator	60
Capitolul VIII. Scheletul mecanismului de ceasornic	71
Capitolul IX. Carcasa ceasornicelor	72
Capitolul X. Demontarea și curățirea ceasornicelor de buzunar și de mână	76
1. Demontarea	76
2. Curățirea ceasornicelor	79
Capitolul XI. Repararea mecanismului remonter	81
Capitolul XII. Repararea mecanismului motor	86
Capitolul XIII. Repararea mecanismului de transmisie	88
1. Lăcățul cu piatră	88
2. Asigurarea perpendicularității axelor	90
Capitolul XIV. Repararea echipamentului	91

1. Repararea eşapamentului cilindru	91
2. Repararea eşapamentului ancoră	95
Capitolul XV. Repararea balansierului	98
1. Axul balansierului	99
2. Rota oscilatoare	101
3. Arcul spiral	103
Capitolul XVI. Repararea mecanismului indicator	107
Capitolul XVII. Asamblarea ceasornicului	109
Capitolul XVIII. Verificarea preciziei de funcționare a ceasornicelor	111
Capitolul XIX. Aparat electronic pentru reglarea și controlul ceasornicelor	112
A. Aparat pentru reglare	113
1. Aparatul balans-O-matic	113
2. Aparatul superspirometric	113
3. Aparatul ajustomatic	114
B. Aparat pentru control	114
1. Amplificatorul	114
2. Vibrograf	115

PARTEA A DOUA CRONOMETRUL ȘI CRONOGRAFUL

Capitolul I. Eşapamentul de cronometru	121
1. Generalități	121
2. Tipuri constructive	122
3. Funcționarea eşapamentului de cronometru	123
4. Dezavantajele eşapamentului de cronometru	125
5. Compararea între cele două tipuri de eşapament și cronometru	125
6. Considerații generale privind cronometrele	126
Capitolul II. Cronograful	129
1. Cronograful obișnuit	129
2. Tipuri constructive	134

PARTEA A TREIA CEASORNICE SPECIALE

Capitolul I. Ceasornice de pontaj	135
1. Mecanismul de măsurare a timpului	135
2. Mecanismul de imprimare	136
Capitolul II. Ceasornice pentru controlul paznicilor	138
Capitolul III. Ceasornice avertizoare	140
Capitolul IV. Ceasornice de comandă	142
Capitolul V. Ceasornice cu schemă cinematică specială	144
1. Ceasornice cu mecanismul de durată special	144
2. Ceasornice cu mecanism de numărare special	145
3. Ceasornice cu mecanismul indicator special	146
Capitolul VI. Ceasornice de mină cu semnalizare	147
Capitolul VII. Ceasornice de mină cu calendar	150
Capitolul VIII. Ceasornice etanșe	153
Capitolul IX. Ceasornice de mină cu armare automată	157
A. Generalități	157
1. Principiul de funcționare	159
2. Limitarea supraarmării	162
3. Semnalizarea rezervei de mers	162

4. Decuplarea armării manuale	164
5. Fixarea greutății	166
B. Sisteme de armare automată	170
1. Armarea cu greutate oscilantă	170
2. Armarea cu rotor (greutate rotitoare)	172
3. Armarea cu inel dințat	186
4. Armarea cu mișcare liniară	187

PARTEA A PATRA

APARATE ELECTRICE FOLOSITE ÎN CEASORNICĂRIE

Capitolul I. Elemente de circuit	189
1. Rezistențe electrice	189
2. Bobine de inducție	194
3. Condensatoare	196
Capitolul II. Tuburi electronice	200
A. Dioda	200
B. Trioda	202
C. Tuburi electronice multigrilă	206
D. Tuburi electronice cu gaze	208
Capitolul III. Transistoare	209
1. Generalități	209
2. Principiul de funcționare al diodelor	209
3. Principiul de funcționare al tranzistoarelor	210
4. Construcția tranzistoarelor	211
Capitolul IV. Circuite electrice	213
A. Circuite de redresare	213
1. Generalități	213
2. Circuite pentru redresarea unei singure alternanțe	214
3. Circuite pentru redresarea ambelor alternanțe	215
4. Circuite de redresare cu dublarea tensiunii	217
5. Circuite de filtrare	218
B. Circuite oscilante	219
1. Principiul de funcționare	219
2. Ecranarea circuitelor oscilante	222
3. Construcția circuitelor oscilante	223
C. Circuite de amplificare	224
1. Definiție. Clasificare	224
2. Amplificatoare de tensiune	226
3. Negativări și reglaje în amplificatoare	227
Capitolul V. Aparat electric de conectare și de protecție	229
1. Interruptoare și comutatoare	230
2. Relee și fuzibile	231
Capitolul VI. Aparat electric de acționare	234
1. Electromagneți	234
2. Motoare electrice	235
Capitolul VII. Surse de curent electric	237
A. Surse de curent continuu	237
1. Pile electrice	237
2. Acumulatori electrice	238
3. Gruparea elementelor	239
4. Generatorul de curent continuu	240
5. Ridicarea tensiunii continue	241
B. Surse de curent alternativ. Transformator	241
Capitolul VIII. Aparat electric de măsurat	243
1. Generalități	243

2. Aparate magnetoelectrice	244
3. Aparate electromagnetice	245
4. Aparate electrodinamice	246
5. Aparate termoelectrice	246
6. Măsurări electrice	247

PARTEA A CINCEA

CEASORNICIE ELECTRICE

Capitolul I. Ceasornice cu armare electrică	250
A. Clasificarea ceasornicelor electrice	250
B. Armarea ceasornicelor cu electromagnet	251
1. Contactorul	252
2. Sisteme de armare cu electromagnet	253
C. Armarea ceasornicelor cu motor electric	255
1. Armarea cu motor de curent continuu	256
2. Armarea cu motor de curent alternativ	258
Capitolul II. Ceasornice electrice cu acționare directă	259
A. Mecanisme cu contactoare	260
1. Ceasornice cu pendul	260
2. Ceasornice cu balansier	263
B. Mecanisme fără contactoare (cu tranzistoare)	264
1. Ceasornice cu pendul	264
2. Ceasornice cu balansier	265
Capitolul III. Ceasornice sincrone	267
1. Ceasornice sincrone cu pornire manuală	269
2. Ceasornice sincrone cu autopenire	271
3. Ceasornice sincrone cu autopenire și rezerve de mers	271
Capitolul IV. Ceasornice electrice de mână	275
A. Ceasornice cu contactoare cu arc	275
B. Ceasornice cu contactoare cu roți	283
C. Ceasornice cu tranzistoare	283
Capitolul V. Instalații de ceasornice	283
A. Ceasornice principale	289
1. Pendulul	289
2. Dispozitivul de transmitere a mișcării la indicatoare	289
3. Contactorul	290
B. Ceasornice secundare	290
1. Ceasornicul secundar cu armătură în formă de ancon	291
2. Ceasornicul secundar cu mers tăcut	292
3. Ceasornicul secundar cu armătură polarizată	293
4. Ceasornicul secundar cu electromagnet nepolarizat	293
5. Ceasornicul secundar cu circuit de semnalizare	294
C. Centrale de ceasornice electrice	294
Capitolul VI. Etaloane de timp și ora exactă	295
1. Definiția secunde	296
2. Etaloane noi de timp	296
3. Ora exactă	296
Capitolul VII. Repararea ceasornicelor electrice	301
1. Generalități	302
2. Repararea contactoarelor	302
3. Repararea ceasornicelor cu armare electrică cu electromagnet	304
4. Repararea ceasornicelor cu armare electrică cu motor	304
5. Repararea ceasornicelor cu acționare electrică	305
6. Repararea ceasornicelor sincrone	306
7. Repararea ceasornicelor electrice de mână	307